பூமி
எனும் கிரகம்

தோன்றுதொட்டு இன்றுவரை

ஜார்ஜ் கேமாவ்

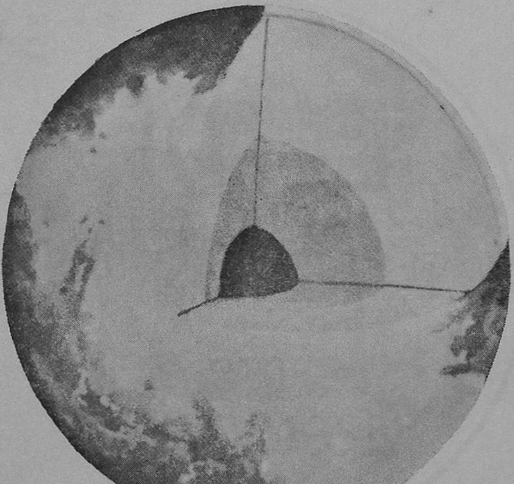
B91
31N66
100022

இந்த நூலைப்பற்றி

அமெரிக்காவில் கொலராடோ பல்கலைக் கழகத்தில் பௌதிகப் பேராசிரியரான டாக்டர் கேமாவ் விஞ்ஞானத்தைப்பற்றி பொது மக்களுக்கு எடுத்துரைப்பதில் நிபுணர். மிஸ்டர் டாம்ப்கின்ஸ் வரிசையிலான புத்தகங்களையும், சூரியன், பூமி, கணிதம் ஆகியவைகளைப்பற்றிய புத்தகங்களையும் இவர் எழுதியிருக்கிறார்.

1941-ல் "பூமியின் வரலாறு" என்ற புத்தகமொன்றை டாக்டர் கேமாவ் எழுதினார். அந்தப் புத்தகம் பலராலும் பெரிதும் விரும்பப்பட்டு, பல பதிப்புகளில் பிரசுரமாயிற்று. பன்னிரண்டு பிற மொழிகளிலும் அப்புத்தகம் மொழிபெயர்க்கப் பட்டது. ஆனால், 1959-க்குள் விஞ்ஞானத் துறையில் ஏற்பட்ட முன்னேற்றங்களின் விளைவாக அப்புத்தகம் மிகவும் பழமையாகிவிட்டது. ஆகவே, அப்புத்தகத்தின் மூன்றாவது பதிப்பை விமர்சித்த பேராசிரியர் ஆர்தர் ஹோல்ம்ஸ், "இது பூமியைப்பற்றிய ஒரு வெறும் புரளி" என்று வர்ணித்தார். தம்முடைய புத்தகத்தைப்பற்றிய இந்தக் கடுமையான விமர்சனத்தை டாக்டர் கேமாவ் நல்ல முறையில் எடுத்துக்கொண்டு, முற்றிலும் புதிய புத்தகம் ஒன்றை எழுதத் தொடங்கினார். அந்த முயற்சியின் விளைவுதான் இந்தப் புத்தகம். தம்முடைய புத்தகத்தைப்பற்றிக் குறை கூறிய பேராசிரியர் ஆர்தர் ஹோல்ம்ஸுக்கே, தம்முடைய இந் நூலையும் சமர்ப்பணம் செய்தார்.

உண்மைக்கு அஞ்சலியாகவும், தாழ்மை என்ற பண்பு வகையிலும், விஞ்ஞான மனப்போக்கை விளக்கும் சம்பவம் இதைவிடச் சிறந்ததை இன்று காண்பதற்கில்லை.



தமிழாக்கம் :

தி. ஜானகிராமன்

பூமி

எனும் கிரகம்

•

ஜார்ஜ்

கேமாவ்

bookventure

சென்னை 17

BHOOMI ENUM GRAHAM
First Tamil Edition — December, 1966. Price Rs. 5/-.

Published by : BOOKVENTURE
at No. 14, Thanikachalam Chetty Road, Thyagaraya Nagar, Madras-17.

Printed at : The Jupiter Press Private Ltd., 109-C, Mount Road, Madras-18.
Composed in : 'Jupiter Roman' 10 point types.

10022
B91
31N66

Copyright

©

1941, 1947, 1959, 1963 by George Gamow

A PLANET CALLED EARTH

By George Gamow

Published by the Viking Press Inc., New York.

சமர்ப்பணம் :

பேராசிரியர் ஆர்தர் ஹோல்ம்ஸ்

அவர்களுக்கு

பொருளடக்கம்

1.	பூமி பிறந்தது	...	1
2.	நம்மை வளையவரும் சந்திரன்	...	28
3.	கிரகங்களின் குடும்பம்	...	52
4.	காலின் கீழ் நரகம்	...	72
5.	பூமியின் மேற்பரப்பு உருவாதல்	...	95
6.	வானிலையும் வெப்ப தட்பமும்	...	153
7.	தலைக்குமேல் நரகம்	...	193
8.	உயிர்த்தன்மையும் உற்பத்தியும்	...	208
9.	உயிர்ப் பரிணமம்	...	224
10.	பூமியின் எதிர்காலம்	...	259

1

பூமி பிறந்தது

பழம் புராணக் கதைகள்

வரலாறு தோன்றுவதற்கு வெகு காலத்துக்கு முன்பே தாம் வசிக்கும் பூமியைப்பற்றி அறிய மனிதர்கள் முயன்று வந்திருக்கிறுர்கள். உலகின் படைப்பைப்பற்றி பல கதைகள் தோன்றின. அந்தக் கதைகள் எல்லாம் அந்தந்தக் காலத்தில் வழங்கிய மத நம்பிக்கைகளே ஒட்டியிருந்ததில் வியப்பொன்றுமில்லே.

அல்ஜீரிய - பாபிலோனிய மக்கள் ஒரு கதை சொல்லியிருக்கிறுர்கள். சுத்த நீரின் அதிதேவன் ஈயா. அவனுடைய மகன் மார்டுக். ஆதிப் பழம் பாழின் அதி தேவதையான டீயமட் என்ற பெண் பூதத்திற்கும் (அந்தப் பூதம் பல்லுருவம் கொண்ட பயங்கரப் பிறவி) மார்டுக்கிற்கும் இடையே ஒரு பெரும் போர் மூண்டதாம். டீயமட்டின் கணவனுன கிங்குவையும், அவன் கீழிருந்த பதிஞேரு அரக்கர்களேயும் மார்டுக் முறியடித்து, டீயமட்டையும் போரில் கொன்றுவிட்டான். பின்பு அவன் டீயமட்டின் உடலே இரு கூருக வெட்டி, ஒரு பாதியிலிருந்து பூமியையும், இன்னெரு பாதியிலிருந்து கோள்கள் கொண்ட அண்ட வெளியையும் உருவாக்கினுன். ஓர் அகலமான வட்டப் பட்டையில் கிங்குவின் உடலேயும் பதிஞேரு அரக்கர்களின் உடலேயும் மாட்டி, அண்டவெளியில் பொருத்திவிட்டான். இவைதான் பன்னிரண்டு ராசிகள் கொண்ட ராசிச் சக்கரம். அந்த ராசி மண்டலத்தின் வழியாகச் சந்திரனேயும் மற்றக் கோள்களேயும் சஞ்சரிக்குமாறு செய்தான் மார்டுக். இதற்கிடையில் அவன் தந்தை ஈயா கிங்குவின் உடலினின்றும் வெளியான உதிரத்தால் மனிதனேப் படைத்தான். புதிதாகப் படைத்த புவியின்மீது வாழ ஒரு மனிதன் வேண்டுமே!

எகிப்தில் படைப்பின் கதை அமான்-ரா என்னும் சூரிய தேவனோடு தொடங்குகிறது. ஆதிப் பெருங்கடலின் பரப்பில் முளைத்திருந்த தாமரைப் பூவிலிருந்து தோன்றினன் சூரியதேவன். அவனுக்கு மூன்று குழந்தைகள். நூயுட் என்று ஒரு பெண். ஷு, கெப் என்று இரண்டு மகன்கள். ஒரு நாள் ஆதிப்பழம் பாழில் தன் தம்பியும் அக்காளும் தாறுமாருகச் சிக்கிப் பிணைந்திருப்பதைக் கண்ட ஷு, நூயுட்டின் உடலை இழுத்து உயரத் தூக்கினன். கெப் கீழே நீண்டு கிடந்தான். நூயுட் வானமானுள்; கெப் பூமியானன். இருவரையும் பிரிக்கும் காற்ருக ஆனன் ஷு.

இந்தியாவில் படைப்பைப்பற்றி வேதங்கள் கூறும் கதையில் இந்த வர்ணனைகள் இல்லை. அது சிறிது தத்துவ ரீதியிலேயே செல்கிறது. ஆதியில் இருக்கிறது, இல்லாதது - என்ற இரண்டுமே இல்லை என்று அது தொடங்குகிறது. ஆதியில் காற்றும் இல்லை, வானமும் இல்லை; சாவும் இல்லை, அழியாமையும் இல்லை; அல்லும் இல்லை, பகலும் இல்லை. ஆதிப் பரம்பொருள் ஒன்றுதான் இருந்தது. மூச்சின்றி அது தானே தன் சக்தியால் இயங்கிற்று. பிறகு, தவ வலிமையால் (இது இருப்பது, இல்லாமை — இரண்டுக்கும் முரணான முதல் விவகாரம்) இயக்கும் சக்தியும் ஜடமான பிரகிருதியும் தோன்றின. அதன் பின்பு, விருப்பத்தின் காரணமாக, மற்ற வளர்ச்சிகள் அனைத்தும் எழுந்தன. விருப்பந்தான் மனத்தின் வித்து.

புராதன ஏபிரேயர்கள் கூறிய படைப்புக் கதை யாருக்கும் தெரிந்ததுதான். கடவுளான யெஹோவா பூமியைப் படைத்தார். ஆனல், பூமிக்கு உருவம் இல்லை; சூன்யமாயிருந்தது. யெஹோவா பின்பு கோள்களும் நட்சத்திரங்களும் கொண்ட பிரபஞ்ச வெளியைப் படைத்தார். அதுதான் சொர்க்கம் என்று அழைக்கப்பட்டது. அதன் கீழுள்ள நீர் அனைத்தையும் ஒன்ருகத் திரளுமாறும், அந்நீருக்கு இடையிடையே உலர்ந்த தரைப்பகுதிகள் தோன்றுமாறும், ஆணையிட்டார் கடவுள். பிறகு, இவற்றிற்கு முந்தி படைக்கப்பட்ட ஒளியை, புதிதாகச் சிருஷ்டிக்கப்பட்ட சூரியன், சந்திரன், நக்ஷத்திரங்கள்—ஆகியவற்றிற்கு அளித்தார்.

கிரேக்க புராணங்கள் ஒலிம்ப்பிக் தேவர்களின் வம்சாவளியை விரிவாகக் கூறுகின்றன. ஆனல், அதில் படைப்பின் கதை இல்லாதது ஒரு விசித்திரம்தான். தேவர்கள், அவர்கள் வசித்த ஒலிம்பஸ் மலை, மலைக்கு அடியிலுள்ள பூமிப் பிரதேசங்கள் – எல்லாமே சாசுவதமாக இருந்துவருவதாகக் கருதப்பட்டன. இந்தப் பிரபஞ்சம் அனைத்தும் அநாதியானது, சாசுவதமாக இருந்து வந்துள்ளது என்று தற்காலக் கொள்கையொன்று கூறுகிறது. மேற்

கூறிய கிரேக்கக் கதை இந்தக் கொள்கைக்கு* முன்னோடி என்று கூறலாம்.

கடல்களின் வயது

நம்முடைய பூமியின் வயதைப்பற்றிப் பேசுகையில், கடல் நீர் ஏன் இவ்வளவு உப்பாக இருக்கிறது என்னும் கேள்வி பயனுள்ளதாக இருக்கும். பூமி முதலில் உருவானபொழுது அது மிக மிக வெப்பமாக இருந்ததென்று சொல்லலாம். அது உண்மையாக இருக்கலாம். அப்படியாயின், அப்பொழுது நீர் அனைத்தும் வாயு மண்டலத்தில் நீராவி வடிவிலேயே இருந்திருக்க வேண்டும். நீர் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் கொதிக்கிறது. அந்த வெப்பநிலைக்கும் குறைந்த அளவுக்குப் பூமியின் மேற்பரப்பு குளிர்ந்துபோயிருக்கும். அப்படிக் குளிர்ந்தவுடன் வாயுமண்டலத்தில் உலவிய நீராவி மழையாக மாறி, கொட்டு கொட்டென்று கொட்டியிருக்கும். மழை நீரில் உப்பே கிடையாது என்று நமக்குத் தெரியும். எனவே கடல்கள் முதலில் உருவானபொழுது சுத்த நீர்தான் அவற்றில் இருந்திருக்க வேண்டும். ஆனால், அதே கடலுக்கு இன்று நாம் காண்கின்ற இவ்வளவு உவர்ப்பு எப்படி வந்தது? ஆறுகளே அதற்குக் காரணம். பூமியின் மீது விழும் மழைநீர் சுத்தமானது. ஆனால் ஆறானது மலையின் மீதும் குன்றின் மீதும் விழுந்து, புரண்டு சரிந்து கீழ்நோக்கி ஓடும்போது, மேற்பரப்பில் உள்ள பாறைகளை அரித்துக்கொண்டே செல்கிறது. அதனால் பாறையில் உள்ள உப்பும் நுண்ணிய அளவு பெயர்ந்து அந்த நீரில் கரைந்து கடலில் போய் விழுகிறது. இப்படி நுண்ணிய அளவுக்கு உப்பு கரைந்திருப்பதால்தான் ஆற்றுநீர் குடிக்க மிகவும் ருசியாக இருக்கிறது. வாலையில் காய்ச்சி ஆவியாக்கி மீண்டும் குளிரச்செய்து கிடைத்த வாலை வடிநீரை (ரசாயன நோக்கில் இது மிகவும் தூயது) உட்கொண்டால், ஒரு ருசியுமின்றி சப்பென்றிருக்கும். சூரிய வெப்பத்தால் கடலிலிருந்து தினந்தோறும் ஆயிரம் கோடி டன் கணக்கில் நீர்

---

*பிரபஞ்சம் அநாதி என்ற கொள்கையை இந்த நூலின் ஆசிரியர், "தி க்ரியேஷன் ஆஃப் தி யூனிவர்ஸ்" (பிரபஞ்சத்தின் படைப்பு) என்ற நூலில் விமர்சித்து விளக்கி யிருக்கிறார். அந்த நூல் 1952-ல் முதலில் வெளியாயிற்று. 1961-ல் திருத்திய பதிப்பு ஒன்று வந்திருக்கிறது. (வைக்கிங் பிரெஸ்-நியூ யார்க்) 'க்ரேட் ஐடியாஸ் ஆப் டுடே' (இன்றைய பெருங் கருத்துக்கள் - 1962) - என்று "பிரிட்டன் கலைக்களஞ்சிய"த்தில் எழுதிய தம் கட்டுரையிலும் அதுபற்றி அண்மையில் வந்துள்ள கருத்துக்களைக் கூறி, ஆராய்ந்திருக்கிறார்.

ஆவியாக மாறுகிறது. நீரில் கரைந்த உப்போ அப்பொழுது கடலி லேயே தங்கிவிடுகிறது. நீராவி வாயுமண்டலத்தில் மேகங்களாகச் சுருங்கி, அதில் பெரும் பகுதி மீண்டும் மழை நீராக நிலப்பகுதி களின் மீது விழுகிறது. மழையின் சுத்தநீர், மீண்டும் மலைகளில் விழுந்து அரித்துக்கொண்டு, உ ப் பு க் க ளை க் கரைத்த வண்ணம் கடலை நோக்கிச் செல்லுகிறது. இங்ஙனம் ஓயாத சக்கரமாக நீர் சுற்றிக்கொண்டே இருக்கிறது. ஆனல், உப்பு செல்லும் போக்கோ ஒரு போக்குத்தான். நிலத்திலிருந்து கடலுக்குள் செல்லும் ஒரே ஒரு போக்குமட்டுமே அதற்கு உண்டு. எனவே, மெல்ல மெல்ல, கடலின் உவர்ப்பு பெருகிக்கொண்டே வருகிறது.

கடலில் உப்பின் அளவு சுமார் நூற்றுக்கு மூன்று பங்கு. சுத்த மாக இருந்த நீருக்குள் இப்படி மூன்று பங்கு உவர்ப்பு ஏற எத்தனை காலம் பிடித்திருக்கும்? இப்போது கடலில் கரைந்துள்ள உப்பின் மொத்த அளவும், ஆண்டுதோறும் ஆறுகள் கொண்டு சேர்த்திருக் கும் உப்பின் அளவும் தெரிந்தால், ஒரு சின்ன வகுத்தல் கணக்குப் போட்டு, எத்தனை காலமாக ஆறுகள் இயங்கிக் கொண்டிருக்கின் றன என்று சொல்லிவிடலாம். ஆனல், கடலின் வயதை இப்படிக் கண்டுபிடிப்பது அவ்வளவு சரியாக இராது. தண்ணீர் ஓடி ஓடி பாறைகள் அரிக்கப்பட்டு வந்த அளவு இன்றைய மாதிரியே மிகப் பழைய காலங்களிலும் இருந்திருக்கும் என்று சொல்வதற்கில்லை. நிலப்பகுதிகள் பெரும்பாலும் தட்டையாக இருந்த காலம் உண்டு. பழைய மலைகள் கரைந்துபோய், புது மலைகள் எழாமலே நீண்ட காலம் இருந்ததும் உண்டு. அந்தக் காலங்களில் பாறைகள் அரிப் புண்டு வந்த அளவு மிகவும் குறைவாகவே இருந்திருக்கும். அத ஞல் ஆண்டுதோறும் கடலில் போய் விழும் உப்பின் அளவு மிகக் குறைவாகத்தான் இருந்திருக்கும். மேலும், கடல்கள் உருவான காலம் தொடங்கி, அவற்றில் வந்து சேர்ந்துள்ள உப்பு அத்தனையும் நீர்க் கரைசலாக அப்படியே இருக்கும் என்று சொல்வதற்கில்லை. கடலுக்கு நடுவில் நிலம் தோன்றி யிருக்கலாம்; பெரும் நீர்ப்பகுதி கள் ஏரி, குளம் என்று தனித்துப் போயிருக்கலாம். (க்ரேட் சால்ட் லேக் என்ற உவர்நீர் ஏரி இதற்கு ஒரு உதாரணம்). அப்படித் தனித்துப் போன நீர் சிறிது சிறிதாக வற்றிப் போய், அந்த இடத் தில் உப்பு கல்லும் பாறையுமாக பெரும் அளவுக்கு உருவாகும். இவ்விப்போது இன்ன இன்ன முறையில்தான் நடந்திருக்கும் என்று குறிப்பாகச் சொல்ல முடியாத நிகழ்ச்சிகள் இவ் இரண்டும். எனவே இந்த முறையால் கடலின் வயதை குத்துமதிப்பாகத்தான் சொல்ல முடியுமே தவிர, இத்தனை ஆண்டு காலம் என்று அறுதி யிட்டுச் சொல்ல முடியாது. ஆனல், பழங்காலத்தில் நிலம் அரிக் கப்பட்ட வேகத்தையும், கடல் தனித்ததால் உண்டான உப்புப்

பாறைகளையும் உத்தேசமாகக் கணக்கிட்டுப் பார்த்தால், கடல்களின் வயது சில நூறு கோடி ஆண்டுகள் என்று முடிவு செய்து கொள்ளலாம்.

பாறைகளின் வயது

பூமியின் வயதை இன்னும் தரமாக, குறிப்பாக, மதிப்பிட ஒரு வழியிருக்கிறது. நம்பகமான வழி அது. பூமியின் மேற்பரப்பானது பாறைகளால் அமைந்தது. இப்பாறைகளில் பெரும்பாலானவற்றில் சிறு அளவில் கதிரியக்கம் கொண்ட பொருள்கள் உள்ளன. அந்தப் பொருள்களை ஆராய்ந்து, பூமியின் வயதைக் குறிப்பாகச் சொல்ல முடியும். யுரேனியம், தோரியம், போன்ற கதிரியக்கத் தனிமங்களின் அணுக்கள் சிதையக்கூடியவை. மெல்ல மெல்லச் சிதைந்து, லேசான தனிமங்களின் அணுக்களாக அவை மாறுகின்றன. இந்தச் சிதைவின் இறுதியில் எஞ்சியிருப்பவை ஈயத்தின் ஐஸட்டோப்புகளே. இந்த ஈய ஐஸட்டோப்புகள் சிதைவதில்லை.

கதிரியக்கப் பொருள்களின் இயக்கமானது காலம் செல்லச் செல்லக் குறைந்து வருவதாக நேர்ச்சோதனைகளின் மூலம் கண்டிருக்கிறார்கள். ஒவ்வொரு கதிரியக்க ஐஸட்டோப்புக்கும் சிதையும் வேகம் தனிப்பட்ட ஒவ்வொரு அளவாக இருக்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு கதிரியக்கப் பொருளில் உள்ள அணுக்களில் பாதிப் பங்கு சிதைந்து போக எத்தனை காலம் பிடிக்குமோ அந்தக்கால அளவை அந்தப் பொருளின் ‘அரை - ஆயுள்’ என்று சொல்லுகிறார்கள். உதாரணமாக, யுரேனியம் — 238-இன் அரைஆயுள் 450 கோடி ஆண்டுகள் என்றும், தோரியம் — 232-இன் அரை ஆயுள் 1400 கோடி ஆண்டுகள் என்றும் கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. அப்படியானால், அந்த யுரேனியமோ அல்லது தோரியமோ, கால் பங்காகச் சிதைய மேற்சொன்னதைப் போல் இரண்டு மடங்கு காலம் பிடிக்கும். அரைக்கால் பங்காகக் குறைய, மூன்று மடங்கு காலமாகும். கடைசியில் யுரேனியம் — 238 முற்றிலும் சிதைந்து போய், எஞ்சி நிற்கும் பொருள் ஈயம் — 206 ஆகும். அதுபோலவே தோரியம்—232 முற்றிலும் சிதைந்து போய் எஞ்சி நிற்கும் பொருள் ஈயம்—208 ஆகும். ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு பாறையில் சிதையாத யுரேனியமோ, தோரியமோ எத்துணை அளவு இருக்கிறது, கதிரியக்கச் சிதைவினால் எஞ்சிய ஈய ஐஸட்டோப்பு எத்துணை அளவு இருக்கிறது என்னும் விகிதங்களைக் கணக்கிட்டால், அந்தப் பாறை உருவாகி எத்தனை காலமாகியிருக்கிறது என்பதை குறிப்பாகச் சொல்ல முடியும். பூமிக்குள்ளே உட்பகுதி உருகிக் கொதிக்கும் குழம்பாக இருக்கும். பொருள்கள் உருகி ஓடும் அந்த ஓட்டத்தில், கதிரியக்

கத்தால் சிதைந்து எஞ்சிய ஈயத்தை அதன் மூலப் பொருளி லிருந்து பிரித்து எடுத்துவிட முடியும். சில சமயம் எரிமலைப் பீறல் வழியாக இந்தப் பொருள் பூமியின் மேற்பரப்புக்கு வந்து, பின்பு இறுகி விடுவதும் உண்டு. அப்போது புதிதாக உண்டான ஈயம், பிறந்த இடத்திலேயே தங்கியிருக்கும். பாறையில் உள்ள மற்றப் பொருள்களின் அளவோடு அதன் அளவை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், அந்தப் பாறை இறுகி எத்தனை ஆண்டுக் காலம் ஆகியுள்ளது என் பதைத் தெளிவாகச் சொல்ல முடியும்.

பூமியின் வரலாற்றில் பல்வேறு காலங்களில் எரிமலைப் பாறை கள் உருவாகியுள்ளன. அவற்றின் வயதை இப்பொழுது நிர்ணய மாகக் கண்டுபிடிக்க முடிகிறது. இந்த வசதி புவி இயலை வர லாற்று முறையில் ஆராயவும், புவியில் ஒரு காலத்தில் வாழ்ந்து அற்றுப்போன புராதன உயிரினங்களைப் பற்றி அறியவும், பெரும் பக்கபலமாக இருக்கிறது. நிலப்பகுதிகள், கடல்கள், புராதன உயிர்கள் - இவற்றின் வளர்ச்சி எந்தெந்தக் காலங்களில் எப்படி எப்படி யெல்லாம் இருந்தது என்று நிர்ணயிக்கவும், இது உதவி செய்கிறது. பழங்காலங்களில் வாழ்ந்த பல உயிர்களும் தாவரங் களும் பாறைகளுக்கிடையே சிக்கி - பாடம் செய்து பத்திரப் படுத் தினற்போல - இப்பொழுது கிடைத்துள்ளன. அவற்றுக்கு 'ஃபாஸில் கள்' என்று பெயர். அவற்றைக் கொண்டு புராதன காலத்து ராட் சதப் பல்லிகளான 'டைனஸார்கள்' வாழ்ந்த காலம் இன்றைக்கு 15 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டது என்றும், அக்காலத்தில் குதி ரைக் குளம்பு வடிவு கொண்ட - நண்டுகளைப்போல் தோற்றமளிக் கும் - 'டிரைலோபைட்' என்னும் முதல் உயிரினங்கள் 50 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் வாழ்ந்தன என்றும் நிச்சயமாகச் சொல்ல முடிகிறது.

பூமியின் மேற்பரப்பின் கீழே ஆழத்தில் உள்ள பாறைகள் பூமியின் வரலாற்றில் இன்னும் பழைய காலத்தில் உருவானவை என்று தெரிகிறது. அந்தக் காலத்தில் வாழ்ந்த உயிரினங்களைப் பற்றிய சான்று எதுவும் கிடைக்கவில்லை. இந்தப் பாறைகள் உரு வான காலத்தில் உயிர்கள் வாழ்ந்திருக்கக் கூடும். ஆனல், அவை மிக மிக எளிய வகையைச் சார்ந்தவையாகவே இருந்திருக்கும். பாறைகளுக்கிடையே ஃபாஸிலாகக்கூடப் பதியாமல் நசித்துப் போயிருக்கும். ரொடீஷியாவில் கிடைத்துள்ள கருங்கற்களே நமக் குத் தெரிந்த மிகப் பழைய பாறைகள். யுரேனிய - ஈய விகித முறையைக் கடைப்பிடித்து, இந்தப் பாறைகளின் வயது 270 கோடி ஆண்டுகள் என்று நிர்ணயித்திருக்கிருர்கள். ஆனல், இன்னும் ஆழத்தில் உள்ள பாறைகள் இவற்றைவிடப் பழையனவாக இருக் கும் என்று நிச்சயமாகக் கூறமுடியும். கடலின் அடியில் மிக

ஆழமாகக் குடைந்து அங்கிருந்து கற்களை மேலே கொணர்ந்து, பரிசோதித்தால், மிக மிகச் சுவையான தகவல்கள் கிடைக்கும். இதைப்பற்றி 'மோஹோல் திட்ட'த்தின் மூலம் நன்கு தெரிந்து கொள்ளலாம். நான்காம் அத்தியாயத்தில் அந்த மோஹோல் திட்டம் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

வானம் செய்யும் உதவி

வயதைக் கணிக்கும் பொருட்டு, பூமியின் தொலைவான ஆழத்திலிருந்து பாறைகளை எடுப்பது மிகக் கடினம். ஆனால், நேர் எதிர்த் திசையிலிருந்து எதிர்பாராத ஓர் உதவி நமக்குக் கிடைக்கிறது. வானில் உலவும் கோள்களுக்கிடையே உள்ள அண்ட வெளியிலிருந்து கற்கள் புவியின்மீது விழுந்தவண்ணம் இருக்கின்றன. அவற்றை ஏராளமாகப் பொறுக்கி எடுத்து வைத்திருக்கிறார்கள். வாயு மண்டலத்தை ஊடுருவி, நம் புவியின்மீது விழும் இந்த அண்டவெளிக் கற்களின் எண்ணிக்கை ஆச்சரியகரமானது. ஆண்டு தோறும் சுமார் பத்துக் கோடிக் கற்கள் இவ்வாறு புவிமீது விழுகின்றன. அவற்றின் மொத்த எடை சுமார் ஐம்பது லட்சம் டன். அந்தக் கற்கள் பெரும்பாலும் மிகச் சிறியவை. ஆனால், எப்பொழுதாவது ஒருவேளை, ஆயிரம், அல்லது லட்சம் டன் எடையுள்ள கற்களும் விழுவதுண்டு. எண்ணுயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, அப்படி ஒரு அண்டவெளிப் பாறை பூமியைத் தாக்கிற்று. அது விழுந்த இடம் ஒரு பிரம்மாண்டமான பள்ளமாகிவிட்டது. அரிஸோனுவில் உள்ள அந்தப் பள்ளம் மிகவும் பிரசித்தமானது. ஏறக்குறைய அதைப் போன்ற மற்றொரு அண்டவெளிப்பாறை 1908-ஆம் ஆண்டில் ஸைபீரியாவில் விழுந்தது. இந்தத் தாக்குதல்களில் உண்டாகும் சக்தி ஒரு ஹைட்ரஜன் குண்டு வெடிக்கும் போது தோன்றும் சக்திக்குச் சமமானது. இத்தகைய பாறை ஒன்று நம்முடைய பெரிய நகரம் ஏதாவது ஒன்றின் மீது விழுந்தால் என்ன ஆகும்! நல்ல வேளையாக, இந்த ராட்சதப் பாறைகள் புவியின் வாயு மண்டலத்தைக் கடந்து வந்து விழுவது மிக மிக அபூர்வம். ஏராளமாக விழுபவை சிறிய கற்கள் தான். ஆனால், அவையும் பெரும் விபத்து நேரும் அளவுக்கு விழுவதில்லை. அண்டவெளிக் கல்லால் நேர்ந்த விபத்து ஒன்றே ஒன்று தான் உலகுக்குத் தெரியும். ஒரு கோழிமுட்டை அளவுதான் அந்தக் கல். இல்லினய்ஸில் ஒரு வீட்டின் கார்-ஷெட்டின் கூரையை ஊடுருவிப் பாய்ந்து, அங்கே நிறுத்தியிருந்த காரின் மேற் பகுதியைத் துளைத்து, பின்னே உள்ள இருக்கையையும் துளைத்துக் கொண்டு, காரிலிருந்து வெடிப்புண்ட வாயுக்கள் வெளியேறும் எக்ஸாஸ்ட் குழாயை வளைத்துவிட்டது அந்தக் கல். ஆனால், காரின்

சொந்தக்காரர்களுக்குப் பரம திருப்தி. காரணம், சேதம் அடைந்த பகுதிகளையும், தாக்கிய கல்லையும், தங்களையும் சேர்த்து வைத்து, புகைப்படம் பிடிக்கச்செய்து, அதைசிக்காகோ இயற்கை வரலாற்றுப் பொருட்காட்சியில் நிரந்தரக் கண்காட்சியாக வைத்துவிட்டார்கள். இப்பொழுதும் அந்தப் படத்தை அங்கே காணலாம்.

அண்டவெளிக் கற்களால் விஞ்ஞானத்திற்கு மிகுந்த பயன் கிட்டுகிறது. அவை எங்கிருந்து வருகின்றன என்பது புரியாத புதிராகத்தான் இருக்கிறது. ஆனால், செவ்வாயும் வியாழனும் உலவும் மார்க்கங்களுக்கு இடையே முன்பொரு காலத்தில் சுழன்று கொண்டிருந்த ஒரு கிரகத்தின் துகள்களே இந்தக் கற்கள் என்று ஊகிக்கிறார்கள். இது சரியான ஊகம் என்றே தோன்றுகிறது. செவ்வாய், வியாழன் ஆகிய இரண்டின் விண்வெளிப் பாதைகளுக்கு இடையே ஒரு பெரிய இடைவெளி காணப்படுகிறது. அதில் சிறிதும் பெரிதுமாகப் பல பொருள்கள் நிறைந்துள்ளன. நூற்றுக்கணக்கான மைல் குறுக்களவு உள்ளவை சில. கூழாங்கல், சிறுமணல் என்பவை போன்ற சிற்றளவில் உள்ளவை பல. இவற்றிற்கு 'ஆஸ்ட்டிராய்டுகள்' (குட்டிக்கோள்கள்) என்று பெயர் கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. சக்தி அதிகம் உள்ள ஒரு டெலிஸ்க்கோப்பின் வழியாகப் பார்த்தால், சுமார் இரண்டாயிரம் ஆஸ்ட்டிராய்டுகள் நம் கண்களுக்குப் புலப்படும். ஆனால், புலப்படாதவை லட்சம் கோடிக் கணக்கில் இருக்கும். வெகு காலத்திற்குமுன்பு ஒரு கிரகம் அந்தப் பாதையில் சுற்றிக் கொண்டிருந்திருக்கும் என்று ஊகிக்கிறார்கள். அதை 'ஆஸ்ட்டர்' என்று நாம் அழைப்போம். அந்தக் கிரகத்திற்கு என்ன நேர்ந்தது என்று நமக்குத் தெரியவில்லை. தெரியவும் போவதில்லை. அருகில் உலவிய இன்னொரு கிரகத்தின்மீது அது மோதிக் கொண்டதோ என்னவோ! அல்லது, சூரிய மண்டலத்திற்கு வெளியேயிருந்து வந்த ஏதாவது பெரிய பொருள் ஒன்று அதைத் தாக்கிற்றோ! யார் கண்டார்கள்? வேடிக்கையாக, இன்னொன்றுதான் சொல்லி வைப்போமே: அந்த ஆஸ்ட்டர் கிரகவாசிகள் அணுசக்தியைக் கண்டுபிடித்து, வென்று, கடைசியில் அதை ஒரேயடியாக வெடிக்கச் செய்து, தங்களையும், அந்தக் கிரகத்தையுமே சின்னா பின்னமாக்கிக் கொண்டு அழிந்திருக்கலாம். எப்படியோ-அந்தப் புராதன அண்ட வெளி விபத்தால் சிதறி எழுந்த சுக்கல்கள் எல்லாம் செவ்வாய்க்கும் வியாழனுக்குமிடையே ஓர் அகன்ற பரப்பில் பரந்து, வட்டப் பாதையில் இன்றும் சுழன்று கொண்டிருக்கின்றன. அவற்றில் சில, அடுத்துள்ள கோள்களின் ஈர்ப்புச் சக்தியின் காரணமாக, பாதையை விட்டுப் பெயர்ந்து, அண்டவெளியில் தறிகெட்டு, எதிர்ப்பட்டதையெல்லாம் தாக்கிய

வண்ணம் தாறுமாறுகப் பாய்கின்றன. இதுதான் அண்டவெளிக் கற்களைப்பற்றி விளக்கும் கொள்கை.

பூமியின்மீது விழுந்து சேகரிக்கப்பட்டுள்ள அண்டவெளிக் கற்கள் முக்கியமாக இரு வகைப்படும்: (1) கல்-கற்கள் (2) இரும்புக் கற்கள். கல் கற்களில் உள்ள பொருள்கள் பூமியின் மேலோட்டில் உள்ள பாறைகளில் காணும் பொருள்களை ஒத்திருக்கின்றன. இரும்புக்கற்களோ, நிக்கல்-இரும்பு உலோகக் கலவைகளால் ஆனவை. சிதைந்து போன ஒரு கிரகத்தின் துகள்களே அண்டவெளிக் கற்கள் என்ற ஊகத்தோடு இது பொருத்தமாக அமைகிறது. நம்முடைய பூமியின் உட்புறத்தில் இரும்பும், அதைச் சுற்றிக் கனமான ஒரு பாறைப் போர்வையும் இருக்கின்றன. வேறு கிரகங்களின் அமைப்பும் இப்படியே இருக்கக்கூடும். வெடித்துப் போன ஆஸ்ட்டர் கிரகத்தின் உள் ஆழங்களில் என்னென்னவெல்லாம் இருக்குமோ, அத்தனையையும் நமக்குக் கிடைத்துள்ள அண்ட வெளிக் கற்களில் காண முடிகிறது. கலிஃபோர்னியா நுண் தொழில் கழகத்தைச் சேர்ந்த க்ளேர் ஸி. பாட்டர்சன் என்பவர், கதிரியக்க முறைகளால் சோதித்து, அண்டவெளிக் கற்களின் சராசரி வயது 450 கோடி ஆண்டுகள் என்று கண்டிருக்கிருர். சூரிய மண்டலத்தில் உள்ள கிரகங்கள் எல்லாம் ஏறக்குறைய ஒரே சமயத்தில்தான் தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்று வைத்துக் கொண்டால், (இப்படி வைத்துக் கொள்வது தவறல்ல என்றே படுகிறது) பூமியின் வயதும் 450 கோடி ஆண்டுகள் என்று கூறுவது தவருகாது. எனவே, பூமியின் மேற்பரப்பில் உள்ள மிகப் பழைய பாறைகள் (270 கோடி வயதானவை) பூமியின் இப்போதைய வயதின் பாதியில் உருவாகியிருக்க வேண்டுமென்று முடிவு கட்டலாம். பூமியை ஆழக் குடைந்து நடத்தும் ஆராய்ச்சிகளும் இந்த முடிவையே உறுதிப்படுத்தும் என்பது நம்முடைய நம்பிக்கை.

காண்ட் - லாப்லாஸ் கொள்கையும், மோதல் கொள்கையும்

பதினெட்டாம் நூற்றுண்டின் பிற்பகுதியில் இம்மான்யூவெல் காண்ட் என்ற பிரபல ஜெர்மானிய தத்துவ அறிஞர் “வானின் பொது இயற்கை வரலாறும் கொள்கையும்” என்னும் ஒரு நூலை எழுதி வெளியிட்டார். கிரகங்கள் எப்படிப் பிறந்தன என்பதைப் பற்றிய தம் கருத்துக்களை அவர் அதில் விவரித்திருக்கிருர். சனியைச் சுற்றிக் காணும் வளையத்தைப்போல், சூரியனைச் சுற்றியும் வாயுப் பொருள்களாலான வளையம் ஒன்று, ஒரு காலத்தில் சூழ்ந்திருக்க வேண்டும் என்பது அவர் கருத்து. நியூட்டன் கூறிய ஈர்ப்புச் சக்திகள் அந்த வளையத்தின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் இயங்கி, அவ்வியக்கத்தின் விளைவாக அந்த வாயுக்கள் உறைந்து,

பற்பல கோளங்களாக இறுகியிருக்க வேண்டும் எனவும், அந்தக் கோளங்களே சூரியனைச் சுற்றிவரும் கிரகங்கள் என்றும், கான்ட் கூறுகிருர். பல ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு, பிரபல பிரெஞ்சுக் கணித அறிஞரான ஃபியேர் ஸீமன் டி லாப்லாஸ் "உலக மண்டல சர்ச்சை" என்னும் ஒரு நூலை எழுதி வெளியிட்டார். கான்டின் நூலை அவர் படித்திருக்க மாட்டார் என்று தோன்றுகிறது. ஆனால், கிரகங்கள் தோன்றிய விதத்தைப்பற்றி ஏறக்குறைய அதே கருத்தை அவரும் சொல்லியிருக்கிருர். ஆனல், இரண்டு பேருமே தங்கள் கருத்துக்களைக் கணித ரீதியான சான்றுகளைக் கூறி விளக்கவில்லை. வெறும் வர்ணனையாகவே அவர்கள் எழுதிக் கொண்டு போயிருக்கிருர்கள். கான்ட் அப்படி எழுதியிருப்பது வியப்பில்லை. அவருக்குத் தத்துவ விளக்கம்தான் தொழில். ஆனல் லாப்லாஸ் அந்தக் காலத்தில் வாழ்ந்த தலைசிறந்த கணித மேதைகளில் ஒருவராகத் திகழ்ந்தவர். அவரும் கணிதச் சான்றுகள் இல்லாமலே எழுதியது தான் விநோதம்.

சுமார் நூறு ஆண்டுகள் கழித்து, கான்ட் - லாப்லாஸ் கொள்கையை பிரிட்டிஷ் பௌதிக விஞ்ஞானியான ஜேம்ஸ் கிளார்க் மாக்ஸ்வெல், கணித ரீதியில், தீவிரமாக அலசி ஆராய்ந்தார். அவருடைய கவனத்தைக் கவர்ந்த பல செய்திகளில் ஒன்று சனி என்னும் கிரகத்தைச் சுற்றியுள்ள வளையம்.* அந்த வளையம் கிராமபோன் தட்டைப்போன்ற வடிவத்தில் அமைந்துள்ள மொத்தை தட்டு அன்று. அது சிறுமணலின் சிற்றளவு முதல் பெருமலையின் பேரளவு வரை, வெவ்வேறு வகையான அளவுள்ள, எண்ணற்ற, பல பொருள்களின் கூட்டம். அந்தக் கூட்டம் நியூட்டன் விளக்கிய ஈர்ப்புச் சக்தியால் சனியைச் சுற்றி வருகிறது என்று மாக்ஸ்வெல் காலத்தில் நன்ருகத் தெரிந்திருந்தது. கான்ட் - லாப்லாஸ் கொள்கைப்படி - சூரியனை முதலில் சூழ்ந்திருந்த வட்டம் சுருங்கி, இறுகி, தனித்தனித் துணைக் கோள்களாக ஆகியிருந்தால் - சனியின் வளையமும் அது போலவே ஆகியிருக்கலாமே?

மாக்ஸ்வெல் எப்படி இந்தப் பிரச்னையை ஆராய்ந்தார்? சூரியனைச் சுற்றியிருந்ததாகச் சொல்லப்பட்ட வளையம் ஈர்ப்புச் சக்தியால் இறுகுகின்றது என்று சொன்னுர்கள். அதைப் போலவே, சனியின் வளையத்தில் ஓடிக் கொண்டிருக்கும் பொருள்கள்மீதும் இரண்டு வகைச் சக்திகள் இயங்குவதாக பாவிக்க வேண்டும்

---

*சனியின் வளையம், ஒன்றைச் சுற்றி ஒன்ருக மூன்று வளையங்களாக அமைந்தது. ஒவ்வொன்றுக்கும் இடையே இருண்ட வெளி உள்ளது. ஆனல் நம்முடைய தற்பொழுதைய சர்ச்சைகளில் அவற்றை ஒற்றை வளையமாகவே கருதி ஆராய்வோம்.

என்றுர் மாக்ஸ்வெல். முதலாவது சக்தி, பரஸ்பர ஈர்ப்பு. இதனுல் பொருள்கள் இறுகும். அருகருகே சஞ்சரிக்கும் பொருள்கள் ஈர்ப்புச் சக்தியால் ஒன்றுகூடி, அளவில் பெரிதாக ஆகும். இந்தப் பெரும் பொருள்களில் உள்ள ஈர்ப்புச்சக்தி, இன்னும் தொலேவிலுள்ள பொருள்களேயும் இழுத்துக் கொள்ளும். இப்படியாக, முதலில் தொடங்கிய இறுக்கம் வரவர அளவிலும், பரிமாணத்திலும் பெருகிக் கொண்டேயிருக்கும்.

ஆனுல், வேறு வகைச் சக்திகளும் உண்டு. அவை ஈர்ப்புச் சக்திகளால் உண்டான முதல் இறுக்கங்களே உடைத்துவிடும் ஆற்றல் உடையவை. சனியின் வளேயம் ஒரே தட்டைப் போல, ஒரே கால அளவில் சுழலவில்லே என்பது நமக்குத் தெரியும். உள் வளேயம் ஒரு முறை சுழலும் காலம், வெளிவளேயம் சுழலும் காலத்தைவிடக் குறைவு. இதன் காரணம் என்ன? கோள்களின் இயக்கம்பற்றி கெப்லர் வகுத்துள்ள மூன்ருவது விதியைப் பார்த்தால், இது நமக்குப் புரியும். சுழற்சி மையத்திலிருந்து சுழலும் பொருள் உள்ள தூரத்தை அந்தத் தூர அளவாலேயே பெருக்கி, கிடைத்த விடையை மீண்டும் ஒரு முறை தூர அளவால் பெருக்கினுல் (முப்படி) என்ன வருமோ, அதற்குச் சமமாக இருக்கும்: சுழலும் காலத்தை, அதே கால அளவால் பெருக்கி (இருபடி) வரும் விடை. எனவே, வளேயத்தின் ஒரு பகுதி இறுகத் தொடங்கும் பொழுது, உள் பக்கத்தில் இறுகியவை வெகுவேகமாகச் சுழலும். வெளியே உள்ளவை பின்தங்கி, மெள்ளச் சுழலும். இதனுல் என்ன நேரும்? இறுகி உண்டான பொருள்கள் வட்டம் முழுவதும் பரவும். முதல் இறுக்கம் சிதறத் தொடங்கும். இந்த இரண்டு வகைச் சக்திகளில் எது ஓங்குகிறது என்பது, அதனதன் பலத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது. வளேயத்தில் பொருள்கள் அதிகமாகவும் அடர்த்தியாகவும் இருக்க இருக்க, பொருள்களின் இடையே உள்ள ஈர்ப்பும் பலமாக இருக்கும்; முதல் இறுக்கம் சிதருமல் பிடிப்புடன் மேலும் மேலும் வளர்ந்து பெருகவும் வாய்ப்பு இருக்கும். இந்த விதியைக் கொண்டே சனியின் வளேயத்தையும் மாக்ஸ்வெல் ஆராய்ந்தார். அதன் விளேவாக சனியின் வளேயத்தில் போதிய அளவுக்கு பொருள் அடைவு இல்லேயென்றும், சுழலும் வேகம் ஆங்காங்கு மாறுபடுவதால், முதலில் இறுகிய பொருள்கள் சிதறிக் குலேவதைத் தடுக்க முடியவில்லேயென்றும் அவர் கண்டார். என்ன கச்சிதம்! என்ன பொருத்தம்! சனியின் வளேயம் சிறு சிறு கோளங்களாக இறுக முடியாது; அப்படி இறுகவும் இல்லே.

அடுத்தபடியாக, மாக்ஸ்வெல் இந்த விதியைக் கொண்டு, சூரியனேச் சுற்றியிருப்பதாகக் (கான்ட் - லாப்லாஸ் கொள்கைப்படி கூறப்படும் இன்னும் பெரிய வளேயத்தையும் ஆராய முற்பட்டார்.

சூரிய மண்டலத்தில் உள்ள எல்லாக் கிரகங்களின் அடர்த்தி அத்தனையையும் எடுத்துக் கொண்டு, அவை சூரியனைச் சுற்றி ஒரு தட்டையான வளையத்தில் சீராகப் பரவியிருப்பதாகப் பாவித்துக் கொண்டு அவர் ஆராய்ந்தார். இறுக்க விதிகளைக் கொண்டு, இந்தப் பாவனை வளையத்தை ஆராய்ந்து, தனித்தனிக் கிரகங்களாக அது இறுகியிருக்கவே முடியாது என்ற ஆச்சரியகரமான முடிவுக்கு வந்தார். ஈர்ப்புச் சக்திகள் இயங்கி, தனித்தனிக் கிரகங்கள் உண்டாகும் அளவுக்கு வளையத்தில் போதிய பொருளடர்த்தி இல்லை என்பது அவரது துணிபு. இந்த விளக்கம் நூறு ஆண்டுகளுக்குமேல் கொடி கட்டிப் பறந்த கான்ட்-லாப்லாஸ் கொள்கையை ஒரே வீச்சில் வீழ்த்திவிட்டது.

எனவே, உலகெங்கும் உள்ள வானியல் தத்துவ அறிஞர்கள் வேறு சாத்தியக்கூறு கிடைக்குமா என்று தேடலாயினர். கோள்கள் எப்படி உண்டாயின என்பதற்கு ஏற்கக் கூடிய விளக்கம் இன்னும் ஒன்று உண்டு என்று மூன்று விஞ்ஞானிகள் கருதினர்கள். இங்கிலாந்தைச் சேர்ந்த ஸர். ஜேம்ஸ் ஜீன்ஸ், அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளைச் சேர்ந்த எஃப். ஆர். மோல்ட்டன், டி. ஸீ. சேம்பர்லீன் ஆகியவர்கள்தாம் அம்மூவர். இந்த விளக்கத்தை "மோதல் - கொள்கை" என்று குறிப்பிடலாம். எப்பொழுதோ, மிக மிகத் தொன்மையான ஒரு காலத்தில், நம்முடைய சூரியன் ஏறக்குறைய அதே அளவுள்ள மற்றொரு நட்சத்திரத்தோடு மோதிக் கொண்டிருக்க வேண்டும் என்பதுதான் அந்தக் கொள்கை. அவ்விரண்டும் ஒன்றோடொன்று நேராக முட்டி மோதியிருக்க வேண்டிய அவசியமில்லை. ஆனல், வானில் சஞ்சரிக்கும்பொழுது, பரஸ்பர ஈர்ப்புச்சக்தி தாக்கி, பிடுங்கும் அளவுக்கு இரண்டும் மிகமிக அருகே வந்திருந்தாலே போதும். இதனல் அவ்விரண்டிலிருந்தும் வாயுப் பொருள்கள் பிரம்மாண்டமான நாக்குகளைப் போல் வெளிப்பட்டு, ஒன்று சேர்ந்து, இரண்டுக்கும் இடையே தற்காலிகமாக ஒரு பாலம் போட்டிருக்கலாம். விண்வெளிப் பயணத்தில் அவ்விரண்டும் மறுபடியும் பிரிந்து செல்கையில், அந்தத் தற்காலிகப் பாலம் சின்னஞ்சிறு உருண்டைகளாகச் சிதறியிருக்கும். அந்த உருண்டைகளில் ஒரு பாதி நம்முடைய சூரியனேடும், மற்றொரு பாதி அந்த மற்றொரு சூரியனேடும் போயிருக்கும். நமது சூரியனேடு வந்த பொருள்கள் நாளடைவில் கோள்களாக இறுகியிருக்கும். இதுதான் "மோதல் கொள்கை."

இந்தக் கொள்கை ஆரம்பத்திலிருந்தே பற்பல சங்கடங்களுக்கு உள்ளாயிற்று. மோதலால் உண்டான கோள்கள் சஞ்சரிக்கும் பாதை நீண்ட நீள் வட்டமாகவே இருக்கும். ஆனல், நம் கிரகங்களோ அப்படிப்பட்ட நீள் வட்டத்தில் சுழலவில்லை. முழு நேர் வட்டப் பாதையிலிருந்து அவை சிறிதளவில்தான் மாறுபடுகின்றன.

மிகமிக நீளமான நீள்வட்டப்பாதை ஏறக்குறைய ஒழுங்கான வட்டமாக மாறியிருக்கும் என்பது சாத்தியமில்லை.

வைஸ்ஸாக்கரின் கொள்கை

இந்தக் கடும் சிக்கலைக் கடைசியில் ஓர் இளைஞர் பிரித்துவிட்டார். அவர்தான் ஜெர்மானிய பௌதிக விஞ்ஞானியாகிய கார்ல் வான் வைஸ்ஸாக்கர். அண்மையில் நடந்த வான் பௌதிக ஆராய்ச்சிகள் தந்த தகவல்களை பயன்படுத்தி, 1943ஆம் ஆண்டின் பிற்பகுதியில், அவர் ஒரு விளக்கம் கொடுத்தார். கான்ட்-லாப்லாஸ் கொள்கைக்கு எதிரான மறுப்புக்களை எளிதில் நீக்க முடியும் என்றும், வான மண்டலத்தைப்பற்றிய பழைய கொள்கைகள் தொட்டுக் கூடப் பாராத பல முக்கியமான அம்சங்களை விளக்க முடியும் என்றும், கோள்கள் பிறந்த விதத்தைப்பற்றி விரிவான சித்தாந்தத்தை உருவாக்க முடியும் என்றும் அவர் எடுத்துரைத்தார்.

இதற்கு அவருக்கு உதவியாக இருந்தது, பிரபஞ்சத்தில் உள்ள பொருள்களின் ரசாயனச் சேர்க்கை எத்தகையது என்பது பற்றி ஏற்பட்டுள்ள கருத்து மாற்றம்தான். சுமார் இருபது ஆண்டுகாலமாக, வான்பௌதிக நிபுணர்கள் பொருள்களின் ரசாயனச் சேர்க்கைபற்றி, முற்றிலும் புதிய கருத்துக்களை வெளியிடத் தொடங்கியிருந்தார்கள். ரசாயனத் தனிமங்கள் பூமியில் என்ன விகிதத்தில் உள்ளனவோ, கிட்டத்தட்ட அதே விகிதத்திலேயே சூரியனிலும், நட்சத்திரங்களிலும் இருக்கும் என்று முன்பெல்லாம் நம்பிவந்தார்கள். பூமி என்பது முக்கியமாக ஆக்ஸிஜன் (வெவ்வேறு வகையான ஆக்ஸைட் வகையில்), ஸிலிகான், அலுமினியம், இரும்பு, சிறு அளவு மற்ற கன தனிமங்கள்-இவற்றாலேயே ஆனது. ஹைட்ரஜன், ஹீலியம் (இன்னும் அரிய வாயுக்கள் என்றழைக்கப்படும் நியான், ஆர்கான் முதலியவற்றோடு) ஆகியவையும் மிகச் சிறு அளவில் பூமியில் உள்ளன.*

போதிய ஆதாரம் வேறு ஒன்றும் இல்லாததால், சூரியனிலும், மற்ற நட்சத்திரங்களிலும்கூட, இந்த வாயுக்கள் அபூர்வமாகத்தான் இருக்கும் என்று வானியல் நிபுணர்கள் நினைத்துவிட்டார்கள். ஆனால், அவ்வாறு நினைத்தது தவறு என்று டென்மார்க்கு நாட்டு வான்பௌதிக அறிஞரான பி. ஸ்ட்டிராம்க்ரென் நட்சத்திரங்களின் அமைப்பைத் தத்துவ ரீதியில் விரிவாக ஆராய்ந்து

---

*பூமியில் ஆக்ஸிஜனோடு இணைந்த வடிவில், அதாவது நீரில்தான், ஹைட்ரஜன் அநேகமாகக் காணப்படுகிறது. ஆனால், பூமியின் பரப்பின் முக்கால் பங்கு நீராக இருப்பினும், பூமியின் முழு அளவோடு ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது மொத்தம் உள்ள நீரின் அளவு மிகக் குறைவே.

சொன்னர். நம்முடைய சூரியனில் உள்ள பொருளில் குறைந்தது 35 சதவீதமாவது தூய ஹைட்ரஜனுகத்தான் இருக்கவேண்டும் என்று அவர் கூறினர். பின்பு, ஐம்பது சதவீதம் என்று மதிப் பிடத் தொடங்கினர்கள். மேலும், சூரியனில் உள்ள மற்ற பொருள்களில் தூய ஹீலியமே பெரும் அளவுக்கு இருப்பதாகத் தெரிந்தது. சூரியனின் உட்புறத்தை கொள்கையளவிலும், அதன் மேல்புறத்தை ஸ்பெக்ட்டிரோஸ்க்கோப்பின் உதவியாலும் விரிவாக ஆராய்ந்து, (இந்த ஆராய்ச்சிக்குச் சிகரமாக அமைந்தது ஷ்வார்ட்ஸ்சைல்டின் பணி) வான்பௌதிக இயலார்கள், பூமியில் காணப்படும் சாதாரண ரசாயனத் தனிமங்கள் சூரியனில் ஒரேஒரு சதவீதம்தான் உள்ளன என்றும், மீதி 99 சதவீதம் ஹீலியமும், ஹைட்ரஜனுமே என்றும், அதிலும் ஹீலியத்தின் அளவு சற்று அதி கம் என்றும், ஆச்சரியகரமான ஒரு முடிவுக்கு வந்தார்கள். மற்ற நட்சத்திரங்களில் உள்ள பொருள்களின் விகிதமும் இப்படியே தான் இருக்கும் என்று தோன்றுகிறது.

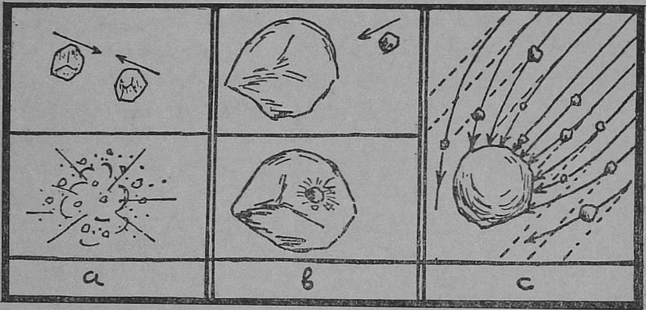
மேலும் நட்சத்திரங்களுக்கு இடையே உள்ள பிரபஞ்ச - வெளி சூனியமில்லே என்றும் இப்போது கண்டிருக்கிருர்கள். வாயுவும், மிக மிக நயமான தூசியும் கலந்த கலவையால் அந்த வெளி நிறைந்துள்ளது. பத்து லட்சம் கன மைல் அளவுள்ள அண்ட வெளியில் உள்ள பொருளின் எடை ஒரு மில்லிகிராம் (0.000035 அவுன்ஸ்). இப்படிப் பரந்து கிடக்கும் நுண்ணிய பொருளும் சூரிய னிலும் மற்ற நட்சத்திரங்களிலும் உள்ள பொருளைப் போன்ற அமைப்பையேதான் கொண்டிருக்கிறது.

நம்ப முடியாத அளவுக்கு இவ்வளவு குறைந்த அடர்த்தியும், எடையும் உள்ள பொருள், அண்டவெளியில் இருப்பதாக நிரூபிக்க முடியுமா? முடியும். சில நட்சத்திரங்கள் மிக மிக மிகத் தொலே வில் உள்ளன. அவற்றிலிருந்து வரும் ஒளி நம் டெலிஸ்கோப் கரு வியை வந்து அடைய பல லட்ச ஒளி - வருடங்கள் பிடிக்கும். (ஓர் ஆண்டில் ஒளி 6,000,000,000,000 மைல் பயணம் செய்யும். அந்த தூரம்தான் ஒளி-வருடம் என்று சொல்லப்படுகிறது). அப்படி வரும் ஒளிகளில் சிலவற்றை இந்த அண்டவெளித் தூசிகள் உறிஞ்சிவிடு கின்றன. எங்கெங்கு, எப்படியெப்படி இவை உறிஞ்சுகின்றன என்று ஆராயும்போது, பரந்து கிடக்கும் அந்தத் தூசியின் அடர்த்தி என்ன என்பதை நன்கு மதிப்பிட முடிகிறது. அதோடு இந்தத் தூசி பெரும்பாலும் ஹைட்ரஜனும் ஹீலியமுமே என்றும் தெரிந்திருக்கிறது. 'பூமி'ப் பொருள்களின் துகள்கள் (சுமார் 0.00004 அங்குலக் குறுக்களவு உள்ளன) கொண்ட தூசி அதன் மொத்த அடர்த்தியில் ஒரு சதவீதம்தான் இருக்கிறது.

இப்போது வைஸ்ஸாக்கரின் கொள்கையைக் கவனிப்போம். பிரபஞ்சத்தில் உள்ள பொருள்களின் ரசாயன அமைப்பைப் பற்றிய இந்தப் புதிய அறிவு கான்ட்-லாப்லாஸ் கொள்கைக்கு மிகவும் சாதகமாக இருக்கிறது. சூரியனைச் சுற்றி ஓர் உறையைப் போல் சூழ்ந்துள்ள மிகத் தொன்மையான வாயு, இந்த ரசாயனப் பொருளாலேயே ஆக்கப்பட்டிருக்குமானல், அதிலுள்ள ஒரு மிகச் சிறு பகுதிதான் (கன வகையான புவி மூலகங்களைச் சார்ந்தது) பூமியையும், மற்ற கிரகங்களையும் உண்டாக்கப் பயன்பட்டிருக்கும். இறுக முடியாத ஹைட்ரஜன், ஹீலியம் போன்ற மீதிப் பொருள்கள் சூரியனுக்குள்ளேயே விழுந்தோ, அல்லது சூழ்ந்துள்ள பிரபஞ்ச வெளியில் இறைக்கப்பட்டுச் சிதறியோ, நீங்கியிருக்கும். சூரியனுக்குள்ளே விழுந்திருந்தால், சூரியன் இன்னும் வேகமாகத் தன் அச்சில் சுழலத் தொடங்கியிருக்கவேண்டும். ஆனல், சூரியன் அப்படி வேகம் பெருகிச் சுழல்வதாகத் தெரியவில்லை. எனவே, கனமான ‘பூமி’ப் பொருள்களால் கிரகங்கள் தோன்றிய பிறகு, மிகுதியிருந்த லேசான வாயுப்பொருள்கள் அண்டவெளியில் இறைந்து சிதறிப் பரவியிருக்கின்றன என்றே கொள்ளவேண்டும்.

இந்தச் செய்திகளிலிருந்து, கிரகங்கள் தோன்றிய விதத்தைப் பற்றி ஒரு புதிய கருத்து ஏற்படுகிறது. அண்டவெளியில் நட்சத்திரங்களுக்கு இடையேயுள்ள பொருள் இறுகி, முதன் முதலில் சூரியன் உண்டானபொழுது, அந்தப் பொருளில் பெரும்பகுதி — எல்லாக் கிரகங்களின் மொத்த பொருண்மையைவிடச் சுமார் 100 மடங்கு அதிகமானது இது என்று கொள்ளலாம் — சூரியனுக்குள் அடங்காமல், அதற்கு வெளியே சுழலும் பிரம்மாண்டமான உறை போல் இருந்திருக்கவேண்டும். அண்டவெளியில் ஆதிச் சூரியனை இறுகிய வெவ்வேறு வாயுக்கள் வெவ்வேறு வகையாகச் சுழல்வதே இதற்குரிய காரணம். வேகமாகச் சுழலும் இந்த உறையில் ஹைட்ரஜன், ஹீலியம், ஒரு சிறு அளவு வேறு வாயுக்கள் என்பவை போன்ற இறுகும் தன்மை இல்லாத வாயுக்களும், அய-ஆக்ஸைடுகள், ஸிலிக்கன் கூட்டுப் பொருள்கள், நீர்த்திவலைகள், பனிக்கட்டிப் படிவங்கள் போன்ற ‘பூமிப்’ பொருள்களும் வாயுக்களின் உட்புறத்தில் மிதந்தவாறே, சுழலும் வேகத்தில் ஏந்திச் செல்லப்பட்டிருக்க வேண்டும். கிரகங்கள் என்று நாம் கூறுபவை “பூமிப்” பொருள்களின் கட்டிகளே. இந்தக் ‘கட்டிகள்’ எப்படி உண்டாயின? தூசித் துகள்கள் மோதி மோதி, சேர்ந்து சேர்ந்து, காலம் செல்லச் செல்ல, பெரிய பெரிய வடிவங்களாக அவை வளர்ந்திருக்கும். அண்டவெளியில் எரிகொள்ளிகள் (பாறைகள்) பாயும் வேகத்திற்கு ஒப்பான வேகத்துடனே இந்த மோதல்கள் நிகழ்ந்திருக்க வேண்டும். படம்: 1 இதை விளக்கிக் காட்டுகிறது.

சம அடர்த்தியுள்ள இரண்டு பொருள்கள் அத்துணை வேகத்தில் மோதிக் கொண்டால், இரண்டும் தவிடுபொடி ஆகிவிடும்



படம் : 1. அண்டவெளிக் கற்கள் சேர்ந்து, சேர்ந்து கிரகங்கள் உருவாதல்.

(படம் : 1 a) என்றுதான் தர்க்க ரீதியான வாதம் கூறும். அதாவது பொருள்கள் சேர்ந்து சேர்ந்து பெரிய கட்டியாக வளராமல், மோதும் துகள்கள் பொடிப் பொடியாகி அழிந்து விடும். ஆனால், ஒரு பெரிய பொருளோடு சிறிய பொருள் மோதுமானல் (படம் : 1 b), சிறிய பொருள் பெரிய பொருளோடு ஒட்டி அதில் புதைந்து போய் விடும் என்றே தோன்றுகிறது. இதனல் பெரிய பொருளின் அடர்த்தி அதிகரிக்கிறது.

மேற்சொன்ன இரண்டு வகை இயக்கங்களால் சிறிய துகள்கள் நாளடைவில் மறைந்து போய், அவை இறுதியில் ஒன்று சேர்ந்து, பெரிய பொருள்களாக மாறிவிடும். இறுதிக் கட்டங்களில், இந்த இயக்கம் மிகவும் விரைவுபடும். ஏனெனில் பெரிய பொருள்கள் தம் அருகே செல்லும் சிறிய துகள்களை ஈர்ப்புச் சக்தியால் இழுத்துக் கொண்டு, தங்கள் பருமனைப் பெருக்கிக்கொள்ளும். (படம் : 1 c) இதை நன்கு விளக்குகிறது. ஒரு பொருள் பெரிதாக ஆக, சிறு பொருள்களை ஈர்த்துக் கொள்ளும் ஆற்றலும் அதற்குப் பெருகி விடுகிறது.

இப்பொழுது கிரகங்கள் உள்ள இடம் அத்தனையிலும் மிக நுண்ணிய தூசிகளே ஒரு காலத்தில் இறைந்து கிடந்தன என்றும், அவையே சேர்ந்து சேர்ந்து, சுமார் பத்து கோடி ஆண்டுக்காலத்தில் கிரகங்களாக ஆகியிருக்க வேண்டும் என்றும், வைஸ்ஸாக்கர் எடுத்துரைத்தார்.

சூரியனைச் சுற்றிச் சுழலுகையில், வெவ்வேறு பருமனுள்ள அண்டவெளிப் பொருள்கள் சேர்ந்து சேர்ந்து, கிரகங்கள் வளர்ந்து

கொண்டிருந்தன. இப்படிப் பல புதிய பொருள்கள் ஓயாமல் வந்து மோதும்போது, கிரகங்களின் மேற்பரப்பு மிகவும் சூடாகவே இருந்திருக்கும். ஆனால், இந்த அண்டவெளித்தூசிகள், கூழாங்கற்கள், பெரும்பாறைகள், ஆகியவை வந்து ஒட்டிக்கொள்ளும் இயக்கம் ஒரு காலத்தில் நின்று போயிருக்கும். அதனால், கிரகங்கள் அளவில் பருப்பதும் நின்றிருக்கும். அண்டவெளியில் காணப்படும் கதிர்வீச்சின் காரணமாக, கிரகங்களின் மேற்பரப்புக்கள் குளிர்ந்து போய், மேலே பெரிய ஓடு ஒன்று உருவாகியிருக்கும். உட்புறம் மெள்ள மெள்ளக் குளிரக் குளிர இந்த மேலோடு தடித்துக் கொண்டே வந்திருக்கும்.

கிரகங்களுக்கும் சூரியனுக்கும் இடையே உள்ள தூரம்

சூரியனிடமிருந்து வெவ்வேறு கிரகங்கள் உள்ள தூரத்தைப் பற்றி 'டைட்டஸ் போட்' என்னும் விதி ஒன்று உண்டு. கீழ்க் கண்ட இந்தப் பட்டியலில் சூரிய மண்டலத்தின் ஒன்பது கிரகங்கள்,* ஆஸ்ட்டிராய்டுகள் — இவற்றின் தூரங்களைக் காணலாம்.

சூரியனுக்கும் கிரகங்களுக்கும் இடையே உள்ள தொலைவு

கிரகம்	சூரியனிடமிருந்து உள்ள தூரம் (பூமிக்கும், சூரியனுக்கும் இடையே உள்ள தூரத்தை ஓர் அலகாகக் கொண்டு இவை தரப்பட்டு உள்ளன.)	ஒரு கிரகம் சூரியனிடமிருந்து உள்ள தூரத்திற்கும், அந்தக் கிரகத்திற்கும் அதற்கு மேலே தரப்பட்டுள்ள கிரகத்துக்கும் உள்ள தூரத்தின் விகிதம்.
புதன்	3·387	
வெள்ளி	0·723	1·86
பூமி	1·000	1.38
செவ்வாய்	1·524	1·52
ஆஸ்ட்டிராய்டுகள்	சுமார் 2·7	1·77
வியாழன்	5·203	1·92
சனி	9·539	1·83
யூரனஸ்	19·191	2·001
நெப்ட்டியூன்	30·07	1·56
ப்ளூட்டோ	39·52	1.31

பட்டியலில் உள்ள மூன்றாவது வரிசையைப் பாருங்கள். சிற்சில வேறுபாடுகளைத் தவிர, கிட்டத்தட்ட 2 என்னும் எண்ணுக்கு

*ப்ளூட்டோ என்ற ஒன்பதாவது கிரகம் சமீபத்தில் உண்டானது என்பது விஞ்ஞானிகளின் நம்பிக்கை. இது நெப்ட்டியூனின் துணைக்கோளாக இருந்து, பின்பு அதிலிருந்து தப்பியோடியது என்று நினைக்கிறார்கள்.

அருகேயே அவை எல்லாம் உள்ளன. அதாவது கிரகங்கள் சுழலும் வட்டப்பாதையின் ஆரம், அதற்கருகில் (சூரியனின் புறமாக) உள்ள கிரகத்தின் சுழல் பாதையின் ஆரத்தைப் போல ஏறக்குறைய இரு மடங்காக இருக்கும்.

இவ் விதியின்படியே, ஒரு கிரகத்திற்கும், அதைச் சுற்றி வரும் துணைக்கோள்களுக்கும் இடையே உள்ள தூரங்களும் அமைந்துள்ளன. சனிக்கிரகத்தின் ஒன்பது துணைக்கோள்களின் தூரங்களை கீழ் உள்ள பட்டியலில் காணலாம்.

கோள்களின் நிலைகளில் காணப்பட்டதைப் போலவே இவற்றினிடையேயும் நிறைய வேற்றுமைகள் காணப்படுகின்றன. (முக்கியமாக ஃபீபீயில் இது அதிகமாகக் காணப்படுகின்றது). ஆனால், அங்கே போலவே இங்கும் ஓர் ஒழுங்கு ஏற்பட்டிருப்பதாகத் தோன்றுகிறது.

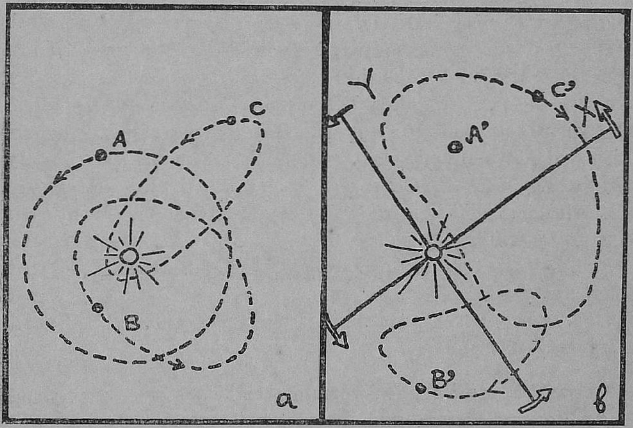
சனிக்கும், அதன் துணைக் கோள்களுக்கும் இடையே உள்ள தொலைவு

துணைக்கோள்	சனியிலிருந்து தூரம் (சனியின் ஆரத்துக்கு ஒப்பாகத் தரப்பட்டுள்ளது)	அடுத்தடுத்துள்ள துணைக் கோள்களுக்கிடையே தூரங்களின் விகிதம்
மைமாஸ்	3·11	
என்ஸிலாடஸ்	3·99	1·28
டீத்திஸ்	4·94	1·24
டியோனி	6·33	1·28
ரீயா	8·84	1·39
டைட்டன்	20·48	2·31
ஹைப்பிரியன்	24·82	1·21
ஜாப்பிடஸ்	59·68	2·40
ஃபீபீ	216·8	3·63

முதலில் சூரியனைச் சுற்றியிருந்த தூசிப்படலம் சேர்ந்து திரண்டபோது ஒரே ஒரு பெரிய கிரகம் மட்டுமாக அமையாதது ஏன்? சூரியனிடமிருந்து சில குறிப்பிட்ட தூரங்களில் மட்டும், இந்தப் பல பெரிய கட்டிகள் (கிரகங்கள்) தோன்றியது ஏன்?

இதற்கு விடை கூற, சூரியனைச் சுற்றி முதலில் இருந்த தூசிகளில் ஏற்பட்ட சலனங்களை விரிவாக ஆராய்ந்தால்தான் முடியும். ஒன்றை நன்கு நினைவில் வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். சூரியனைச் சுற்றி வரும் எந்தப் பொருளும், அது சிறு தூசித்துகளோ, சிறிய

அண்டவெளிப் பாறையோ, அல்லது பெரிய கிரகமோ, எதுவாஞ னும் சரி, நியூட்டன் கூறிய ஈர்ப்பு விதியை அனுசரித்து, சூரியனை மையமாகக் கொண்ட நீள்வட்டப் பாதையில் சுழல்கிறது. கிரகங் களாக ஆவதற்குமுன், அந்தப் பொருள்கள் தனித்தனித் துகள்



படம் : 2. கிரகங்களின் வட்டப் பாதையும், நீள்வட்டப் பாதையும்.
a. நிலையான நோக்கு. b. சுழலும் அமைப்பு மூலம் நோக்குதல்.

களாக இருந்திருந்தால், (கிட்டத்தட்ட 0·00004 அங்குலக் குறுக் களவு உள்ளதாக பற்பல வகையான நீள்வட்டங்களில் சுமார் 10^{45} துகள்கள் நகர்ந்து கொண்டிருக்கும் ($10 \times 10 \times 10 \times 10$......என்று நாற்பத்தைந்து பத்துக்களை ஒன்ருகப் பெருக்கி வரும் எண் ணிக்கை). இத்தனை கோடானுகோடித் துகள்கள் நகரும்பொழுது எத்தனையோ மோதல்கள் நிகழ்ந்திருக்கும். இந்த மோதல்களின் பயனுக, இந்த மாபெரும் கூட்டத்தில் சலனம் முழுவதுமே நாள டைவில், ஓர் ஒழுங்குக்கு உட்பட்டிருக்கும். ஒழுங்குமீறி இடை யிடையே, வந்த துகள்கள் தவிடுபொடியாகியிருக்கும். அல்லது, நெருக்கம் அதிகமில்லாத பாதைகளில் தள்ளப்பட்டிருக்கும். இத் தகைய சீரான, அல்லது ஓரளவு சீராக அமைந்த சலனத்தின் விதிகள் என்ன ?

முதலில் சூரியனைச் சுற்றி ஒரே கால அளவில் சுழலும் துகள் களை மட்டும் எடுத்துக்கொண்டு ஆராயலாம். இவற்றில் சில துகள்கள் ஒழுங்காக வட்டப் பாதையில் சுழன்றன. மற்றவை அதிக நீளமோ, அல்லது சிறிய நீளமோ உள்ள நீள்வட்டப்பாதை

யில் சுழன்றன (படம் : 2 a). ஒரே கால அளவில் சூரியனைச் சுற்றும் துகள்களுக்கொப்ப, எக்ஸ்-ஒய் என்ற சுழலும் அமைப்பை வரைந்து, இந்தச் சலனங்களை இப்போது விளக்கிப் பார்ப்போம் (படம் : 2 b).

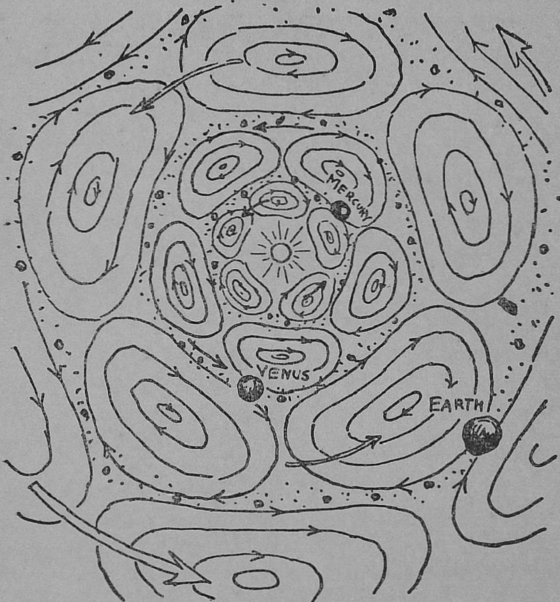
a பகுதியில் வட்டப் பாதையில் சுழலும் A என்னும் பொருள், சுழலும் x-y ஏற்பாட்டின்படி பார்த்தால், A^1 என்ற ஓர் இடத்தில் முழுவதும் ஓய்ந்து நின்றாற்போல் தோன்றும் (2 b பகுதி படம்). நீள்வட்ட பாதையில் சுழலும் B என்னும் பொருள் சூரியனுக்கு மிக அருகில் வந்து, பின்பு விலகிச் செல்கிறது. மிகவும் அருகில் வரும் போது அதன் கோணம் சரிந்து, வேகம் அதிகமாகும். விலகிச் செல்லும்பொழுது குறையும். அதனால் எக்ஸ்-ஒய் என்ற ஒரே சீராகச் சுழலும் அமைப்புக்குச் சில சமயம் முந்திக் கொண்டும், சில சமயம் பிந்திக் கொண்டும் செல்லும். எக்ஸ்-ஒய் அமைப்பின் படி பார்த்தால் B யின் சுழற்சி b பகுதியில் அவரை விதை வடிவில் காணும் B^1 என்ற வடிவில் அமைந்திருக்கும். B யைவிட இன்னும் நீளமான நீள்வட்டத்தில் சுழன்ற C என்பது C^1 என்ற இன்னும் பெரிய அவரை விதை வடிவான பாதையில் சுழலும். (b பகுதியில் பார்க்கவும்).

எனவே, துகள்கள் அத்தனையும் ஒன்றோடு ஒன்று மோதாமல் நகர வேண்டுமென்று நாம் விரும்பினால், அவரை விதை வடிவில் அமைந்த (b பகுதியின்) இந்தப் பாதைகள் ஒன்றையொன்று வெட்டாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

சூரியனைச் சுற்றி ஒரே கால அளவில் சுற்றும் துகள்கள் சராசரியாக ஒரே சமமான தூரத்திலேயே எப்பொழுதும் சுழல்கின்றன என்பதை நினைவில் வைத்துக்கொண்டால், ஒன்றையொன்று வெட்டாத பாதைகள் (x-y அமைப்பில்) சூரியனைச்சுற்றி ஒரு அவரை விதை மாலை போட்டாற்போன்ற தோற்றம் கிடைக்கும்.

இதைப் புரிந்து கொள்வது சற்றுக் கடினமாக இருக்கலாம். கூடிய வரையில் எளிதாக இவ்வாறுதான் விளக்க முடியும். சூரியனிடமிருந்து ஒரே சராசரி தூரத்திலும், ஒரே கால அளவிலும், ஒன்றையொன்று குறுக்கிடாத பாதையில், பல துகள்கள் சுற்றுவதை விளக்கவே இந்த முறையை மேற்கொண்டோம். ஆனால், பழைய சூரியனை முதலில் சுற்றி வந்த தூசித் துகள்கள் பலவித சராசரி தூரங்களிலும், வெவ்வேறு கால அளவுகளிலும் சுற்றியிருக்குமாதலால், நாம் சொன்னது போல அவ்வளவு எளிதாக இருந்திராது. ஒரே அவரை விதை மாலையாக இராமல், வெவ்வேறு விதங்களில் சுழலும் பல மாலைகளாக இருந்திருக்கும். இந்தச் சிக்கலை வைஸ்ஸாக்கர், நன்றாக ஆராய்ந்து ஒவ்வொரு ‘மாலை’

யிலும் ஐந்து தனித்தனி சுழல்கள் இருக்கும் என்றும், அதனுல் தான் இந்த ஒழுங்கு சிதையாமல் இருக்க முடிகிறது என்றும்



படம் : 3. சூரியனை முதலில் சூழ்ந்திருந்த வாயு உறையில் தூசித் துகள்கள் சென்ற பாதைகள்.

Earth - பூமி. Venus - வெள்ளி. Mercury - புதன்.

கூறினர். அவர் கூறியபடி பார்த்தால், படம் : 3-ல் காட்டியபடி இந்தச் சுழற்சி அமைப்பு இருக்கும் என்று தோன்றுகிறது. இந்த அமைப்பினுல்தான் ஒவ்வொரு வளையத்திலும் நடமாட்டம் விபத்தின்றி நடக்கிறது. ஆனுல், இந்த வளையங்கள் வெவ்வேறு கால அளவுகளோடு சுழல்வதால், வளையங்கள் ஒன்ருேடு ஒன்று உராய்ந்து "போக்குவரத்து விபத்துக்கள்" நேர்ந்திருக்கலாம். இரண்டு வளையங்களுக்கு இடையே உள்ள எல்லைப் பகுதிகளில் பரஸ்பர மோதல்கள் அதிகமாக இருந்திருக்கும். இதன் விளைவாக சிறிய துகள்கள் பெரியவற்ருேடு ஒட்டி ஒட்டி, அவை பெரிய கட்டிகள் ஆகி, சூரியனிலிருந்து குறிப்பிட்ட தூரங்களில் இன்னும் அளவில் பெருத்திருக்க வேண்டும். இங்ஙனம், ஒவ்

வொரு வளையமும் வரவரச் சிறுத்துச் சிறுத்து, இடையேயுள்ள எல்லைப் பகுதிகளில் பொருள்கள் சேர்ந்து சேர்ந்து, கடைசியில் கிரகங்கள் உருவாகியிருக்கும்.

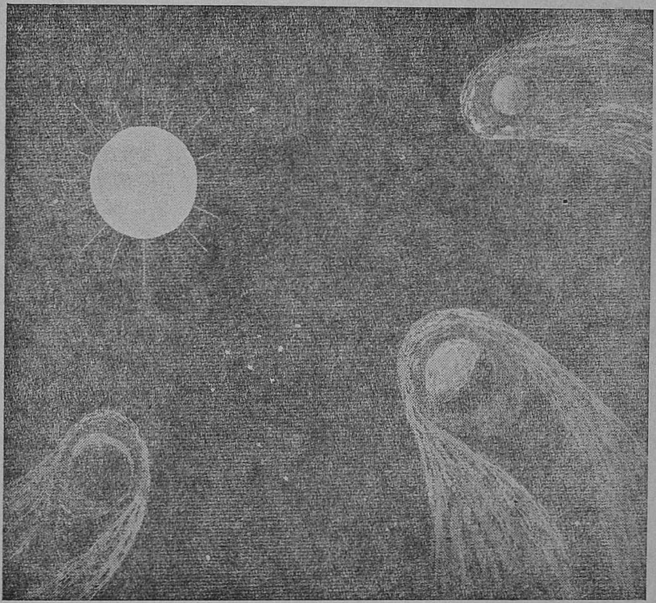
கிரக மண்டலம் இப்படித் தோன்றியதாக வைத்துக்கொண்டால், கிரகங்கள் சுற்றும் பாதைகளின் ஆரம் பற்றிய விதியையும் சுலபமாக விளக்க முடியும். மூன்றுவது படத்தைப் பார்த்தால் அடுத்தடுத்து வரும் வளையங்களின் ஆரங்களில் ஒவ்வொன்றும் முந்தியதைவிட ஏறக்குறைய இருமடங்கு பெரிதாக இருக்கும் என்பது தெரிகிறது. ஆனல், இந்த விதி முற்றிலும் சரியாயிருக்கும் என்று எதிர்பார்க்க முடியாது. முதல் தூசிப்படலத்தின் துகள்கள் ஏதோ மாருத நியதிப்படியே சுழல்வதாகவும், அதன் விளைவுதான் இந்த விதி என்றும் கொள்ள முடியாது. அந்தத் தூசிப்படலம் ஒழுங்கின்றிச் சுழன்று வரும் இயக்கத்திலும், ஒழுங்காக ஒரு போக்கைக் காணமுடிகிறது என்பதுதான் இதற்கு அர்த்தம்.

கிரகமண்டலத்திலுள்ள வெவ்வேறு கிரகங்களுக்கும் அவற்றின் துணைக்கோள்களுக்கும் இடையே உள்ள தூரங்களும் இவ்விதிக்கு உட்பட்டிருப்பதாகக் கூறினேம். அதாவது, துணைக்கோள்களும் கிரகங்கள் தோன்றிய விதத்திலேயே தோன்றியிருக்க வேண்டும். சூரியனைச் சுற்றியிருந்த முதல் தூசிப்படலம் சிதைந்து, துகள் கூட்டமாகவும், பின்பு தனித்தனிக் கிரகங்களாகவும் ஆனதைப் போலவே, ஒவ்வொரு கிரகம் அமைந்தபோதும், பெரும்பாலான தூசிகள் சேர்ந்து முதலில் மையக் கிரகமாகவும், ஓரத்தில் சுழன்ற பொருள்கள் பின்பு இறுகி, பல துணைக்கோள்களாகவும் ஆயின. பூமியின் துணைக்கோளான சந்திரன் தோன்றிய விதம் மட்டும் இதற்கு விதிவிலக்காக இருக்கலாம். அதைப்பற்றி இரண்டாவது அத்தியாயத்தில் விரிவாகக் கவனிப்போம்.

விண்வெளியில் மோதல்கள், தூசித் துகள் வளர்ந்தது—இவற்றையெல்லாம் விளக்குகிற மும்முரத்தில் ஒன்று சொல்ல மறந்துவிட்டோம். மிகமிகப் பழைய காலத்தில் சூரியனைச் சூழ்ந்திருந்த உறையின் வாயுப் பகுதிக்கு என்ன நேர்ந்தது? உறையில் உள்ள பொருள்களில் 99 சதவீதம், இந்த வாயுக்கள்தானே? அவற்றிற்கு நேர்ந்த கதி என்ன? இந்தக் கேள்விக்கு எளிதில் விடை கூறமுடியும்.

தூசித்துகள்கள் மோதி மோதி பெரும் பெரும் பொருள்களாக உருவாகும்பொழுது, இந்த இயக்கத்தில் கலந்துகொள்ள முடியாத வாயுக்கள், மெள்ள மெள்ள அண்ட வெளியில் பரவி இறைக்கப்பட்டு மெலிந்து போயிருக்கும். இப்படி இறைக்கப்பட்டு மெலிந்து போகச் சுமார் பத்து கோடி ஆண்டுகள் பிடித்திருக்கும் என்று

சின்னக் கணக்குப் போட்டுச் சொல்லிவிடலாம். அதாவது கிட்டத் தட்ட கிரகங்கள் உருவாவதற்கு ஏற்பட்ட கால அளவுதான்.



படம்: 4.

சூரியன் முழுப்பிரகாச நிலையை அடைந்தாலும், அதன் கதிர்வீச்சின் அழுக் கத்தால், புரோட்டோ கிரகங்களின் ஹைட்ரஜன் – ஹீலியம் உறைகள் அண்டவெளியில் சிதறிப் பாய்ந்தன. உடனே அந்தக் கிரகங்களின் திட உடல்கள் தெரியத் தொடங்கின. ஜியோமிதி அளவுகளோடு இந்தப் படத்தை வரையவில்லை. ஆகாயகங்கையில் உள்ள பல நூறு கோடி கிரகங்களிலெல்லாம் இந்த நிகழ்ச்சியைக் காண முடியும் என்று காட்டுவதே இந்தப் படத்தின் நோக்கம்.

கிரகங்கள் உருவாகி முடிந்த காலத்திற்குள் சூரிய உறையில் இருந்த பெரும்பாலான ஹைட்ரஜனும், ஹீலியமும் சூரியமண்டலத் திலிருந்து தப்பி ஓடியிருக்கும். மிச்சம் இருப்பது சிறிதளவுதான். ஸோடியாக் (செக்கர்வான்)ஒளி என்று அதைச் சொல்கிறார்கள்.

கிரகங்கள் தோன்றிய விதத்தைப்பற்றி வைஸாக்கர் எடுத்துரைத்த கொள்கையை ஜெரல்ட் குவீப்பர் என்னும் வானியல் அறிஞர் (ஹாலந்தில் பிறந்து அமெரிக்காவில் வளர்ந்தவர்) சற்று மாற்றி அமைத்தார். பழைய சூரியனைச் சுற்றியிருந்த வாயு வளையம் சூரியன் இறுகியதைவிட இன்னும் தீவிரமான வேகத்தில் இறுகியது என்பது அவரது கருத்து. அதாவது, சக்தியை உற்பத்தி செய்யும் சூரியனின் ஆற்றல் இயங்கத் தொடங்கும் முன்பு, இருளிலேயே கிரகங்கள் தோன்றியிருக்க வேண்டும். அப்படியானல் சூரியனின் உறையிலிருந்த ஹைட்ரஜன் ஹீலியம் வாயுக்களை, இறுகும் தூசித் துகள் வெளியே விடாமல் இருத்திக்கொண்டிருந்திருக்கும். இதன் விளைவாக, கிரகங்களைவிடப் பல நூறு மடங்கு கனமான வாயு மண்டலங்கள் கிரகங்களைச் சுற்றியும் பரந்து உருவாகியிருக்கும். இந்த வாயுமண்டலங்களை புரோட்டோ கிரகங்கள் என்று அழைக்கிருர் குவீப்பர். இந்த மண்டலங்கள் மெள்ள இறுகி வரும் சூரியனைச் சுற்றிச் சுழன்றன. பின்பு ஒரு சமயம் சூரியனுக்குள் அணுச்சிதைவுகள் ஏற்பட்டு, சுற்றியுள்ள அண்டவெளியை நோக்கி கதிர்வீச்சுகள் தீவிரமாகப் பாயத் தொடங்கின. சூரியனுக்கு ஒளி உண்டானபொழுது, அவ்வொளிக் கதிர்வீச்சின் அழுக்கமானது, புரோட்டோ கிரகங்களின் வாயுமண்டலங்களைச் சூரியமண்டலத்திலிருந்து வெளியே தள்ளத் தொடங்கிற்று. அதனுல் சற்றே சிறிது காலம் புரோட்டோ கிரகங்கள் அடர்ந்த வால்களையுடைய பிரம்மாண்ட வால்நட்சத்திரங்கள்போல் தோற்றமளித்தன. தப்பி ஓடும் ஹைட்ரஜன், ஹீலியம் வாயுக்களே அப்படி வால்களாகத் தோன்றியிருக்கும். புதன், வெள்ளி, பூமி, செவ்வாய் ஆகிய கிரகங்களைச் சூழ்ந்த முதல் வாயு மண்டலங்கள் இறைக்கப்பட்டு, மெலிந்துவிட்டன. அதனுல்தான் நாம் இப்போது வாழும் பூமி கெட்டிப் பாறையாக இருக்கிறது. ஒரு காலத்தில் இது ஒரு புரோட்டோ கிரகத்தின் மையப் பகுதியாக இருந்திருக்கவேண்டும். சூரியனுக்கு வெகு தொலைவில் உள்ள வியாழன், சனி போன்ற கிரகங்களிலோ, ஹைட்ரஜன், ஹீலியம் அடங்கிய வாயுமண்டலத்தில் ஒரு பகுதிதான் இவ்வாறு இறைக்கப்பட்டு மெலிந்தது. அப்படி இறைந்து மெலிந்தது போக மிச்சமிருந்த வாயுக்கள் ஈர்ப்புச் சக்தியால் மையத்திலுள்ள கெட்டியான பாறைப் பகுதியைச் சுற்றியே தங்கிவிட்டன. மிகத் தொலைவில் உள்ள இந்தக் கிரகங்களில் வாயுக்கள் அடர்ந்த மண்டலம் பரந்து நிறைந்துள்ளது. அதனுல்தான் அருகேயுள்ள பூமி,செவ்வாய், புதன், வெள்ளி, ஆகியவற்றின் அடர்த்தியானது வியாழன், சனி, யூரனஸ், நெப்ட்டியூன், ஆகிய் தூர கிரகங்களின் அடர்த்தியைவிட மிகவும் அதிகமாக இருக்கிறது.

கிரகம்	அடர்த்தி	கிரகம்	அடர்த்தி
புதன்	3·8	வியாழன்	1·3
வெள்ளி	4·9	சனி	0·7
பூமி	5·5	யூரனஸ்	1·3
செவ்வாய்	4·0	நெப்ட்டியூன்	1·6

உயிர்கள் வாழும் உலகங்கள் பல உண்டா?

கிரக மண்டலம் தோன்றியது நம்முடைய சூரிய மண்டலத்தில் மட்டும் தனியாக நடந்த நிகழ்ச்சியன்று. ஏனைய நட்சத்திரங்கள் உருவாகும் இடங்களிலும் இவ்வாறு நடந்திருக்கும் என்றுதான் வைஸ்ஸாக்கரின் கொள்கையிலிருந்து நாம் முடிவுகட்ட வேண்டியிருக்கிறது. பிரபஞ்ச வரலாற்றில் 'நம்முடைய கிரக மண்டலம் தோன்றியது ஒரு தனி நிகழ்ச்சி' என்று கூறும் "மோதல்" கொள்கைக்கு இது நேர்மாறானது. கிரகமண்டலங்கள் தோன்றக் காரணமான நட்சத்திர மோதல்கள் மிக மிக அபூர்வமான நிகழ்ச்சிகளாகவே கருதப்பட்டன. நம் ஆகாயகங்கையில் உள்ள நட்சத்திர மண்டலங்களில் சுமார் நாலாயிரம் கோடி நட்சத்திரங்கள் உண்டு. ஆனால், அத்தனை நட்சத்திரங்களிலும், பல கோடி வருடங்கள் கொண்ட அவற்றின் வரலாற்றிலும்கூட, இத்தகைய மோதல்கள் நிகழ்ந்தது மிகமிகச் சிலவேயாகும்.

இப்போது நினைப்பதுபோல் ஒவ்வொரு நட்சத்திரத்திற்கும் கிரகங்கள் உள்ள ஒரு மண்டலம் இருக்குமானால், நம்முடைய நட்சத்திர மண்டலத்தில் (அண்டத்தில்) மட்டும் பூமியைப் போலவே இயற்கைச் சூழ்நிலைகள் உள்ள லட்சக்கணக்கான கிரகங்கள் இருக்கவேண்டும். உயிர்கள் வாழத் தகுந்த அவ்வுலகங்களில், உயிர்கள் தோன்றத் தவறியிருந்தால் அது ஒரு விநோதம் தான்.

வைரஸ் வகைகள் போன்ற எளிய உயிரினங்கள் பெரும்பாலும் கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன் ஆகியவற்றின் அணுக்கள் அடங்கிய சிக்கலான கூறுகளே. புதிதாகத் தோன்றிய எந்தக் கிரகத்திலும் இந்த மூலகங்கள் போதிய அளவுக்கு இருக்கத்தான் வேண்டும். எனவே, அந்தக் கிரகத்தில் கெட்டியான மேலோடு ஒன்று உருவாகி, வாயுமண்டலம் இறுகி, பரந்த நீர்ப்பரப்புகள் தோன்றியவுடன் ஏற்ற அணுக்கள் யதேச்சையாகச் சேர்ந்து, கூருகி, வைரஸ் போன்ற எளிய உயிரினங்கள் அங்கும் தோன்றியிருக்கத்தான் வேண்டும்.

உயிரினங்களின் மூலக்கூறுகள் மிகமிகச் சிக்கலானவை. அணுக்கள் யதேச்சையாகச் சேர்ந்து உயிராக ஆவது என்பது மிக

மிக அபூர்வம். திருகுவெட்டுப்புதிர்த் துண்டுகளாக சிறுசிறு கட்டைகள் பலவற்றை ஒரு பெட்டியில் பட்டென்று உதிர்த்தால், அவை எல்லாம் சீராக விழுந்து முழு வடிவமாக அமைந்து புதிரைப் பொருத்தி முடிப்பது மிகமிக அரிதான நிகழ்ச்சி. அதைப் போலவேதான் அணுக்கள் சேர்ந்து உயிர் ஆவதும். ஆனல் ஒன்றை மட்டும் நாம் மறக்கக்கூடாது. அணுக்கள் எண்ணிலடங்காதவை. அவை ஓயாமல் மோதிக்கொண்டேயிருக்கும். வெகு நீண்ட காலம் மோதிக்கொண்டேயிருக்கும். இந்த பிரம்மாண்ட எண்ணிக்கையாலும், மிகப் பெரும் கால அளவிலும் அணுக்கள் தக்கபடி சேர்ந்து உயிராக மாறும் விந்தை அரிதேயாயினும், நிகழக்கூடியதுதான். பூமியின்மீது அதன் மேலோடு தோன்றிய சிறிது காலத்திற்குள்ளேயே உயிர் தோன்றிவிட்டது. சிக்கலான அணுக்கூறுகள் சில கோடி வருடங்களுக்குள்ளேயே யதேச்சையாகச் சேர்ந்து உயிரினங்கள் உருவாகிவிட்டன. புதிய கிரகம் எதிலுமே முதலில் எளிய உயிரினங்கள் தோன்றிவிட்டால், பின்பு அவை இனப்பெருக்கம், பரிணமம் முதலிய இயக்கங்கள் காரணமாக, மிகச் சிக்கலான உயர்வகை உயிர்களாக வளர்ந்துவிடும். ஆனல், வேறு கிரகங்களில் பூமியில் நடந்ததுபோலவே, அதே முறையில் உயிர்கள் தோன்றி வளர்ந்திருக்கும் என்று சொல்வதற்கில்லை. வெவ்வேறு உலகங்களில் உள்ள உயிர் வாழ்க்கையைப்பற்றி ஆராய்ந்தால்தான், பரிணம இயக்கத்தை நன்கு புரிந்துகொள்ள உதவியாயிருக்கும்.

செவ்வாய், வெள்ளி - இரண்டும் சூரிய மண்டலத்தில் உயிர்கள் வாழ மிகமிக ஏற்ற கிரகங்கள். அண்டவெளிக் கப்பலில் விரைவிலேயே அங்கு சென்று, அங்கு உயிர்கள் வாழ்ந்தால், அவற்றைப் பற்றி ஆராயும் வாய்ப்பு நமக்குக் கிடைக்கலாம். ஆனல், மற்ற நட்சத்திர மண்டலங்களில் என்ன என்ன உயிர்கள் எந்த உருவங்களில் வாழ்கின்றன என்று அறிவது முடிகிற காரியமாகத் தோன்றவில்லை. விஞ்ஞானம் தீர்க்க முடியாத பிரச்னையாகத்தான் அது இருந்துவரும்.

ராக்கெட்டு இயல் வருங்காலத்தில் பெரிய அளவில் முன்னேறி, அதன் பலத்தால் வேறு நட்சத்திரங்களுக்குச் சென்று, அங்குள்ள கிரகங்களில் வாழும் உயிர்களை ஆராய வாய்ப்புக் கிடைக்கும் என்று சிலர் சொல்லலாம். ஆனல், இது செயலளவில் நடக்கும் எனத் தோன்றவில்லை என்று காலம் சென்ற என்ரிக்கோ ஃபெர்மி வாதம் செய்தார். ஆகாயகங்கையில் உள்ள நட்சத்திரக் கூட்டங்களில் உயிர் வாழ்வதற்கேற்ற கிரகங்கள் இருப்பின், அங்குள்ள உயிர்கள் பரிணம வளர்ச்சியின் வெவ்வேறு படிகளில் இருக்கும் என்று நாம் எதிர்பார்க்கலாம். பரிணமத்தின் வேகம் அந்தந்தக்

கிரகங்களில் உள்ள குறிப்பிட்ட இயற்கைச் சூழ்நிலையைப் பொறுத்திருக்கும். பரிணும வேகத்தில், சிறிய சதவிகித அளவுக்கு ஏதேனும் மாறுதல் இருந்தாலும்கூட, இந்த உலகங்களின் உயிரின வளர்ச்சியில் பல லட்சம் ஆண்டுக் கணக்கான வேறுபாடுகளைக் காணமுடியும். சில கிரகங்களில் பாலுண் - இனங்கள்கூடத் தோன்றியிருக்கமாட்டா. சிலவற்றிலோ நம்மைப்போலவே அறிவுள்ள உயிரினங்கள் வளர்ந்து, விஞ்ஞானம், தொழில் நுட்பம் முதலியவற்றில் நம்மைவிடப் பெருமளவுக்கு முன்னேறியிருக்கலாம். நட்சத்திரங்களுக்குஇடையே அண்டவெளிக் கப்பல் பயணம் சாத்தியமாகியிருந்தால், இந்த முன்னேறிய உலகங்களைச் சேர்ந்த மக்கள் நாம் வாழும் பூமியைக் காண வந்திருப்பார்கள். அப்படி யாரும் வந்ததாகத் தெரியவில்லை. (பறக்கும் தட்டுக்கள் வானில் உலவியதாக சில சமயம் கேள்விப்படுகிருேம். ஆனுல், அது ஆதார மற்ற கூற்று.) எனவே, நாமும் நட்சத்திரங்களுக்குப் பயணம் செய்வது என்பது ஒருக்காலும் நடவாத காரியம்.

வேறு உலகங்களில் உயர்ந்த அறிவுள்ள மனிதர்கள் வாழ்கிருர்களா என்று இன்னெரு வழியாலும் கூறமுடியும். நட்சத்திரங்களுக்கு இடையே ரேடியோச் செய்திகளை அனுப்பும் நிலையங்களை அவர்கள் அமைத்திருப்பார்கள். மோர்ஸ் சங்கேதங்களைப் போன்ற ஒலிக்குறிகள் இயற்கையாக உண்டாகுபவையல்ல. அத்தகைய குறிகள் எவையேனும் தொலைவிலுள்ள நட்சத்திரங்களிலிருந்தோ, நட்சத்திரக் கூட்டங்களிலிருந்தோ நமக்கு வந்து சேருமாயின், அறிவுள்ள மனிதர்கள்தான் அவற்றை அனுப்பியிருக்க வேண்டும் என்ற முடிவுக்கு வரலாம். ஆனுல், பூமிக்கு வரும் காஸ்மிக் ரேடியோ அலைகளிடையே அத்தகைய குறிகள் ஒன்றும் இதுவரை வந்ததாகத் தெரியவில்லை.

2

நம்மை வளையவரும் சந்திரன்

கடல் ஏற்றங்கள்

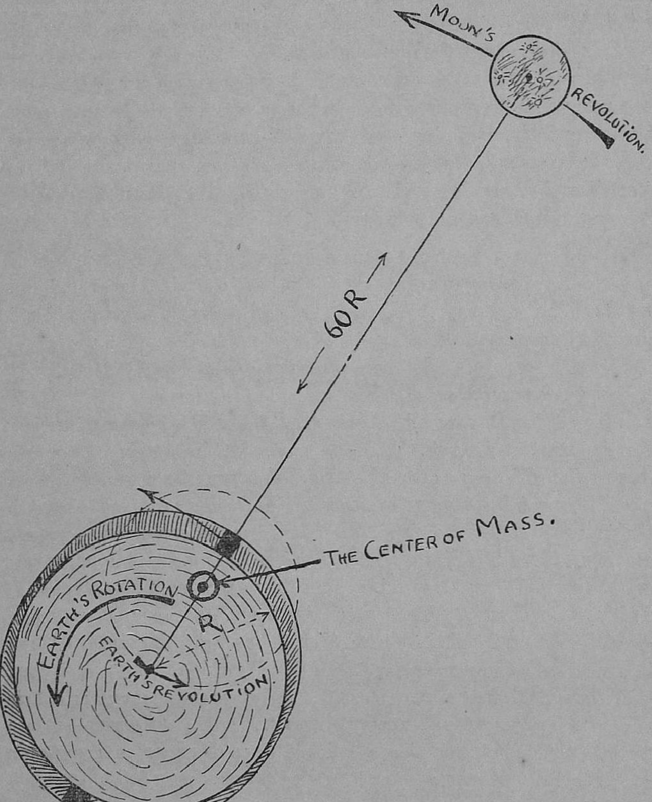
சந்திரன் காதலர்களுக்குப் பிரியமான பொருள். அதைப்பற்றி எத்தனையோ கதைகள், புராணங்கள், பழைய கட்டுப்பெட்டி நம்பிக்கைகள் எல்லாம் உண்டு. இவற்றைத்தவிர, கடலில் ஏற்படும் நீரின் ஏற்றவற்றங்களுக்குக் காரணமும் சந்திரன்தான். ஒவ்வொரு நாளும் இரண்டு முறை கடலின் பரப்பு சில அடி உயரத்திற்கு உயர்ந்து, மீண்டும் பழைய நிலைக்கு வருகிறது. திறந்த கடற்கரையாக இருந்தால், இந்த ஏற்றவற்றங்களால் கடற்கரை மணற்பாங்கானது சற்றே குறைவதும் அதிகரிப்பதுமாக, மாறி மாறி தோற்றமளிக்கும். கடற்கரையில் பாறைகள் இருந்தால், அவை மூழ்கிக் கிடக்கும். நீர் பின் சென்றதும், அவை வெளியே தலையைத் தூக்கிக் கொண்டு கண்ணுக்குப் புலனாகும். ஆனால், சில இடங்களில் கடும் விளைவுகள் ஏற்படுவதும் உண்டு. ஆறுகளின் அகன்ற சங்கமுகங்கள், நாட்டின் உள்ளே கடல் உட்புகுந்த இடங்கள் (பியர்டுகள்)—முதலியவற்றில் இந்த விளைவுகளைக் காணலாம். ஆமஸான் நதியின் சங்கமுகத்தில் அட்லான்ட்டிக் கடலின் ஏற்றநீர் புகுந்து அடிக்கும் கொட்டம் இயற்கையின் குருட்டு முரட்டுத்தனத்திற்கு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாக நம்மை மலைக்க வைக்கும்.

பிரபஞ்சத்தில் எங்கும் ஈர்ப்பு சக்தி இயங்குவதை முதலில் கண்டு விளக்கிய ஐஸக் நியூட்டன், சூரிய சந்திரர்களின் ஈர்ப்புச் சக்தியால்தான் கடல் பொங்குகிறது என்று சொன்னார். சந்திரனை விடச் சூரியன் பல மடங்கு பெரியதானாலும், அது பூமியிலிருந்து

வெகு தொலைவில் இருப்பதால், கடலில் ஏற்றம் உண்டாக்கும் சக்தி சந்திரனைப்போல், அதற்கு நான்கில் ஒரு பங்குதான். சூரியனும் சந்திரனும், பூமிக்கு நேராக வருகையில் – அதாவது அமாவாசை பௌர்ணமி நாட்களில்—இரண்டும் சேர்ந்து கடல்நீரை இழுக்கும். அதனால் ஏற்படும் நீரின் ஏற்றம் அதிகமாக இருக்கும். ஆனால் முன் கால் பகுதியிலும், பின் கால் பகுதியிலும், அதாவது சந்திரன் அரைவட்டமாகத் தோன்றும் காலங்களில், சூரியன் இழுக்கிற திசைக்கு நேர் எதிர்த்திசையில் சந்திரன் கடல் நீரை இழுக்கும். அதனால் நீரின் ஏற்றம் குறைவாக இருக்கும்.

ஒவ்வொரு நாளும் இரண்டு ஏற்றங்கள் ஏற்படுவது ஏன் என்று முதலில் புரிந்துகொள்வது சற்றுக் கடினம்போல் தோன்றுகிறது. சந்திரன் கடல்நீரை இழுத்தால், சந்திரனை நோக்கியிருக்கும் பூமியின் பகுதியில் உள்ள கடல்நீர் பொங்கவேண்டும்; எதிர்ப் பகுதியில் உள்ள கடல்நீர் இறங்கவேண்டும். ஆனால், அப்படியின்றி இரண்டு பக்கமும், கடல் நீரில் ஏற்றம் உண்டாவது ஏன்? மேல் தோற்றத்திற்கு முரணாகத் தென்படும் இந்த நிகழ்ச்சியை எப்படி விளக்குவது? சந்திரன், பூமி - இரண்டுமே அண்டவெளியில் ஆதாரமின்றிச் சுழல்பவை. அவை சுழன்று செல்லும் இயக்கத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது கடலின் ஏற்றவற்றம். பூமியின் கண்டங்களில் ஏதாவது ஒன்றில் ஒரு பிரம்மாண்டமான எஃகு கோபுரத்தை அமைத்து, அதன்மீது சந்திரனை வைத்துப்பொருத்தினால், பூமியின் அந்தப் பாதியில் எப்போதும் கடல்நீர் ஏற்றமாகவும், எதிர்ப்பாதியில் நிரந்தரமான இறக்கமாகவும் இருக்கும். ஆனால் பூமி, சந்திரன் இரண்டும் விண்வெளியில் தடையின்றி நகரும் கோளங்கள். ஒரு பொதுவான ஈர்ப்பு மையத்தைச் சுற்றி இரண்டும் சுற்றுகின்றன. பூமி மிகவும் பெரிதாக இருப்பதால், இந்த ஈர்ப்பு மையம் பூமியின் மையத்திற்கு அருகே அமைந்துள்ளது. பூமி, சந்திரன்—இவை இரண்டின் சுழற்சியின் பொது-மையம், பூமியின் உடலுக்குள் அதன் மையத்திலிருந்து சுமார் முக்கால் பங்கு தூரத்தில் அமைந்திருக்கிறது. ஐந்தாவது படம் இதை விளக்குகிறது.

சந்திரனைப்போலவே, பூமியும் அந்த மையத்தைச் சுற்றிச் சுழல்வதால், தேக்கத்திற்குப் பதில், மும்முரமாக மாறிமாறி வரும் இயக்கமே விளைகிறது. சந்திரனை அசையாத கோபுரத்தில் பொருத்தி வைத்தால்தான் ஒரேமாதிரியான தேக்கநிலை ஏற்படும். (1) சந்திரனை நோக்கியுள்ள பூமிப் பகுதியில் உள்ள கடல் நீரின் மீதும், (2) பூமியின் உடலின் மீதும், (3) சந்திரனைப் பார்க்காத பூமிப் பகுதியில் உள்ள கடல் நீரின் மீதும் – சந்திரனின் ஈர்ப்புச் சக்தி செயல்படும்போது, என்னென்ன நேர்கின்றன என்பதை ஆராய்ந்தால்தான் நமக்குப் புரியும். தூரம் அதிகம் ஆக ஆக,



படம்: 5. பூமி, சந்திரன் இரண்டும் ஒரு பொதுவான அடர்த்தி மையத்தைச் சுற்றியே சஞ்சரிக்கின்றன.

Earth's Rotation - பூமியின் சுழற்சி.
Earth's Revolution - பூமி சூரியனைச் சுற்றுதல்.
R - ஆரம். 60 R - *60* மடங்கு ஆர அளவு.
Moon's Revolution - சந்திரன் பூமியைச் சுற்றுதல்.
The center of Mass - அடர்த்தி மையம்.

ஈர்ப்புச் சக்தியும் குறைகிறது. எனவே, சந்திரனை நோக்கியுள்ள பூமிப் பகுதியில் ஈர்ப்புச் சக்தி மிக அதிகமாகவும், பூமியின் உடலில் சற்றுக் குறைவாகவும், சந்திரனைப் பார்க்காத பூமிப் பகுதியில் இன்னும் குறைவாகவும் இருக்கும். எனவே சந்திரனை நோக்கும் பகுதியில் ஈர்ப்புச் சக்தியின் மிகுதியால் ஏற்படும் கடலின் ஏற்ற அளவு, பூமியின் கெட்டிப் பகுதிமீது இயங்கும் அளவைவிட அதிகமாக இருக்கும். எனவே, அந்தப் பகுதியில் கடலின் நீர்மட்ட அளவு உயரும். அதேபோல எதிர்த்திசையில், அங்குள்ள நீரைவிட, பூமியின் கெட்டிப் பகுதி சந்திரனை நோக்கி இழுக்கப்படுவதால், அந்தப் பக்கத்தில் கடலின் தரைப்பகுதி உள்ளுக்குள் இழுபடுவதுபோல் இருக்கும். அதனுல் அங்கும் கடலின் நீர்மட்ட அளவு உயர்வதாகத்தான் அர்த்தம்.

பாறைகளில் ஏற்ற இறக்கம்

இந்த ஏற்றவற்றச் சக்திகளின் விளைவு நம் உலகைச் சுற்றி யுள்ள திரவ உறையைப் பாதிப்பதோடு நின்றுவிடவில்லை. பூமியின் பாறை வடிவமான உடலே, இருமருங்கிலும் ஏற்படும் பலவகை ஈர்ப்புக்கு உள்ளாகிறது; இழுபடுகிறது; தள்ளப்படுகிறது. கடல் திரவப்பொருள். அதனுல் அதில் உண்டாகும் ஏற்றவற்றம் நன்ருகக் கண்ணுக்குத் தெரிகிறது. ஆனுல், பூமியின் உடலோ பாறை. எனவே, அதில் ஏற்படும் வீக்க இறக்கங்கள் அதிகமாக இரா. கடற்கரையில், நீர் மட்டத்தில் நாம் காணும் வேறுபாடு - இரண்டு ஏற்றங்களின் உயரங்களுக்கிடையே உள்ள வித்தியாசம்தான். இந்த வித்தியாசத்தை அளப்பது எளிது. ஆனுல், இரண்டு ஏற்றங் களின் உயரங்களையும் தனித்தனியாக அளப்பது மிகவும் கடினம். ஏற்றவற்றத்தினுல் பூமியில் ஏற்படும் மாறுபாடுகள், நம்மைச்சுற்றி எங்குமே நிகழ்கின்றன. பாறைகளில் ஏற்படும் பெருக்கமும் சுருக்கமும் தரையில் நிற்கும் ஒருவன் கண்ணில் தெளிவாகப் புலப்படாது. அதேபோல, திறந்த கடலில் படகில் நிற்கும் ஒருவ னுக்குக் கடலின் ஏற்றவற்றம் தெரியாது. பூமியின் உடலில் ஏற் படும் ஏற்றங்களின் அளவை எப்படிக் கணக்கிடுவது? நியூட்டன் கூறிய வழியின்படி, கடல் எத்தனை உயரத்திற்கு ஏறும் என்று எதிர்பார்த்து, முன்கூட்டியே புள்ளிபோட்டு, பிறகு கடலிலும் தரையிலும் ஏற்பட்ட ஏற்றங்களைக் கண்ணுல் கண்டு கணக்கிட்டு, இரண்டையும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கவேண்டும். ஆனுல், கடல் எந்த அளவுக்கு ஏறும் என்று கண்ணுல் காணுமல் கணக்குப் போட்டுக் கண்டுபிடிப்பது எளிதன்று. ஏனெனில் பூமி வழவழவென்று சீராக அமைந்த உருண்டை அன்று. கடற்கரைகள் ஓர் ஒழுங்காக அமையவில்லை. கடல்களின் ஆழங்களும், எங்கும் ஒரே அளவாக இல்லை.

இந்தக் கஷ்டத்தைச் சமாளிக்க அமெரிக்க பௌதிகரான ஆல்பெர்ட் ஏ. மைக்கெல்ஸன் ஒரு யுக்தி செய்தார். சூரிய சந்திர ஈர்ப்புகளால் ஏற்படும் "நுண்" ஏற்றவற்றங்களை சிற்றளவுள்ள நீரைக் கொண்டு அளக்க முயன்றார் அவர். நன்றாக மட்டம் செய்த 500 அடி நீள இரும்புக் குழாய் ஒன்றை அமைத்து, பாதியை நீரால் நிரப்பினார். சூரிய சந்திர ஈர்ப்புச் சக்தியின் விளைவாக, கடல் நீரில் ஏற்படுவதுபோலவே, இந்தக் குழாயிலுள்ள நீரிலும் ஏற்றம் காணப் பட்டது. அதோடு, அந்த ஏற்றத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையை நோக்கிச் சாய்வும் தெரிந்தது.

கடலின் பரப்பு மிகப் பெரியது. பசிபிக் கடலின் நீளம் பத்தா யிரம் மைல். இந்த மைக்கெல்ஸன் 'குழாய்க் கடலின்' நீளமோ 500 அடிதான். இந்தக் குழாயின் நீர்ப்பரப்பில் ஒரு பக்கம் நீர் உயர்ந் தால், குழாயின் அந்தக் கோடியில் ஏற்படும் நீர்மட்ட இறக்கம் மிகமிக சொற்பமாகத்தான் இருக்கும். சாதாரணக் கண்ணால் கண்டுபிடிக்க முடியாது. எனவே, ஒரு நுட்பமாகக் காணும் கருவி யின் உதவியால், நீர்மட்டத்தில் ஏற்படும் மிக நுண்ணிய வேறு பாடுகளைக்கூட மைக்கெல்ஸனால் காண முடிந்தது. அதிகபட்ச மாகப் பார்த்தால், அந்த வேறுபாடு 0.00002 அங்குல அளவுதான் இருந்தது. அதாவது, ஒரு அங்குலத்தில் ஐம்பதாயிரத்தில் ஒரு பங்கு. இந்த சூட்சுமமான அளவில்கூட, பூமியின் பெருங் கடல் களில் (அமாவாசைக் காலங்களில் காணப்படும் மிக உயரமான ஏற்றங்களைப்போல) பெரிய அளவில் ஏற்படும் நிகழ்ச்சிகள் அனைத் தையும் கண்டார் மைக்கெல்ஸன்.

இந்த 'நூண்கடலில்' கண்ட நீர்ஏற்ற அளவையும், கணக்குப் போட்டு மதிப்பிடும் ஏற்ற அளவையும், மைக்கெல்ஸன் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தபோது, மதிப்பிட்டதற்கு 69 சதவீத அளவுதான் குழாயில் நீர் ஏற்றம் காணப்பட்டது. மீதி 31 சதவீதம் என்ன ஆயிற்று? குழாயை நிறுவியிருந்த கெட்டியான பூப்பரப்பில் அந்த ஏற்றம் நிகழ்ந் திருக்கவேண்டும். எனவே, கடலில் கண்ணால் கண்ட ஏற்றம் மொத்த நீர்ஏற்றத்தில் 69 சதவீதம்தான் இருக்கவேண்டுமென்றும், திறந்த கடலில் காணும் ஏற்றம் $2\frac{1}{2}$ அடி உயரம் இருப்பதால், மொத்த நீர் ஏற்றம் 3.6 அடியாக இருக்க வேண்டுமென்றும், மைக் கெல்ஸன் தீர்மானம் செய்தார்.*

எனவே, மொத்த நீர் ஏற்றத்தில் துண்டு விழும் 1.1 அடி பூமி யின் மேலோட்டில் ஏற்றமாக நிகழ்ந்திருக்க வேண்டும். கடற்

* பஸிபிக் கடலில் தனித்த ஒரு சிறு தீவில் இந்தச் சோதனை நடந்தது. அந்தத் தீவு மிகமிகச் சிறியது. கடல் நீரின் அசைவை, அதனால் பாதிக்க முடியாது.

கரையில் நின்று பார்ப்பவர்களின் கண்ணில் படுவது $2\frac{1}{4}$ அடி அளவு ஏற்றம்தான். அப்படியானால், நம்முடைய பூமியானது, நாம் நிற்கும் தரை, அத்தனை நகரங்கள், மலைகள், குன்றுகள், அனைத்துடனும் அடிக்கடி ஏறிஏறி இறங்கிக்கொண்டே யிருக்கிறது என்று அர்த்தம். இரவில் சந்திரன் உச்சவானில் வரும்போது நம் தரை மேலே ஏறுகிறது. சந்திரன் அடிவானில் மறையும்பொழுது தரையும் கீழே போகிறது. அப்படி மறைந்த சந்திரன் நம் காலடியின் நேர்கீழே வரும்போது, நம் பூமி முழுவதும் கீழே இழுக்கப்பட்டு, இரண்டாந் தடவை நீரில் ஏற்றம் காணப்படுகிறது. இந்த மேலும் கீழுமான போக்கு மிகமிக நயமாக நிகழ்வதால், மிக நுட்பமான பௌதிகக் கருவிகளால்கூட நேராக அதைக் கண்டுபிடிக்க முடியாது. கண்ணால் கண்டபடி சொன்னால், பாறைகளில் ஏற்படும் ஏற்றம் நீரில் ஏற்படும் ஏற்றத்தில் கால் பங்குதான். எனவே முழுமையான பூமியின் கெட்டித் தன்மையையும் இழுப்புக் கொள்கையின் (Theory of Elasticity) உதவியால் கணக்கிட்டுவிட முடியும். அப்படிக் கணக்கிட்டுத்தான் கெல்வின் பிரபு என்ற ஆங்கில நாட்டுப் பௌதிக விஞ்ஞானி, பூமியின் கெட்டித் தன்மை எஃகை ஒத்திருக்கிறது என்று முதன்முதலாக முடிவுக்கு வந்தார். உயர் தர எஃகாலேயே ஆக்கப்பட்டதுபோல அவ்வளவு கெட்டியாக இருக்கிறது பூமி என்று எடுத்துரைத்தார் அவர்.

சந்திரனில் ஏற்ற இறக்கங்கள்

சந்திரனின் ஈர்ப்புச் சக்தியால் கடலிலும் பூமியின் உடலிலும் ஏற்றங்கள் உண்டாவதுபோல், பூமியின் ஈர்ப்புச் சக்தியால் சந்திரனிலும் ஏற்றங்கள் உண்டாகலாம் என்று எதிர்பார்க்கலாம். சந்திரனில் கடல்கள் இல்லாததால் அதன் திட உடலில்தான் இந்த ஏற்றம் உண்டாக முடியும். மேலும், சந்திரனின் ஒருபுறம்தான் எப்போதும் பூமியை நோக்கியவாறு இருக்கிறது. எனவே, சந்திரனின்மீது ஏற்றங்களால் ஏற்படும் மாறுதல்கள் அந்தப் பகுதியில் மட்டும்தான் நிகழவேண்டும்.

ஏற்றத்தின் சக்தி, ஈர்க்கும் பொருளின் பருமனை, அதாவது அடர்த்தியை—பொறுத்திருக்கிறது. சந்திரன் முற்றிலும் திரவமாகவும் உருமாறக்கூடியதாகவும் இருந்தால், அதில் சுமார் 150 அடி உயரத்திற்கு ஏற்றங்கள் உண்டாக வேண்டும். சந்திரனின் வடிவத்தை விரிவாக ஆராய்ந்ததில், பூமியை நோக்கி அது நீண்டிருப்பதாகத் தெரிகிறது. சந்திரனுக்கும் பூமிக்கும் இடையே உள்ள இன்றைய தூரத்தின் விளைவாக, சந்திரன் எத்தனை நீளமாக இருக்கவேண்டுமோ, அதைவிட முப்பது மடங்கு அதிகமாகவே நீண்டிருக்கிறது. சந்திரன் இன்று இருப்பதைவிட ஒரு காலத்தில்

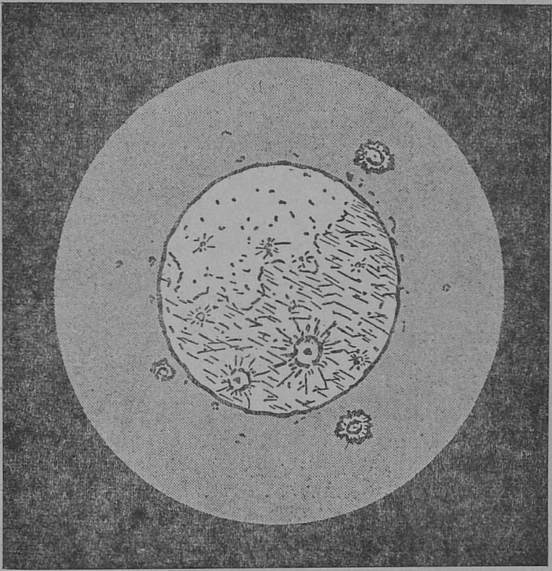
பூமிக்கு இன்னும் அருகில் இருந்திருக்க வேண்டுமென்று, இந்த அசாதாரண நீளத்தைக் கொண்டு, ஊகிக்கவேண்டியிருக்கிறது.அந்தச் சமயத்தில் சந்திரனின் உடல்மேலும் உருமாருத அளவுக்குக் கெட்டியாக ஆகியிருக்க வேண்டும். அதாவது, அப்போது ஏற்பட்ட ஏற்றம் 'உறைந்து' போய், அப்படியே மாருது நிலைத்திருக்க வேண்டும். பின்பு சந்திரன் சற்றுத் தள்ளிப்போய், ஏற்றங்கள் குறைந்துபோயும்கூட, உறைந்துபோன நிலையில் எந்த மாறுபாடும் ஏற்பட்டிராது. பூமியோடு ஒப்பிட்டால், சந்திரனின் வளைந்து கொடுக்காத கெட்டித்தன்மை மிகமிக அதிகமாகவே இருக்கிறது. அதற்கு இந்த உறைந்துபோன ஏற்றமே சான்ருகும். ஆனல், பூமியிலோ இப்பொழுதுகூட மேலோட்டில் உருமாற்றங்கள் நிகழ்ந்தவண்ணம் இருக்கின்றன.

எனவே, சந்திரனின் மேலோடு பூமியின் மேலோட்டைவிட மிக கனமானது என்றும், சந்திரனின் உட்புறம் மையம்வரையில் திடமான கெட்டிப் பொருள் என்றும், நிச்சயமாகச் சொல்லலாம். சந்திரன் அளவில் சிறியதாயிருப்பதால், பூமியைவிட வெகு விரைவில் குளிர்ந்திருக்க வேண்டும்.

சந்திரனில் நீர் கிடையாது என்பது எல்லோருக்கும் தெரியும். ஆனல், அதன் மேற்பரப்பில் பாதி கடலாக இருந்தால், அது விசித்திரமான காட்சியாக இருக்கும் — ஆரும் படத்தில் காண்பது போல. நடுவில் உறைந்த அலை ஏற்றம்கொண்ட வட்டமான கண்டமாகக் காட்சியளிக்கும் அது. மறுபுறமும் இதேபோல, உறைந்த மையமாக இருக்கும். கடல்களின் ஆழம் குறைவாக, அதாவது அதிகபட்சம் 2500 அடிக்கு மேற்படாமல் இருக்கும். நடுவில் உள்ள கண்டமோ, கடற்கரையில் தொடங்கி உயர்ந்து உயர்ந்து, நடு மையத்தில் கடல் மட்டத்திற்குமேல் 2500 அடி உயரமுள்ளதாக இருக்கும். சாதாரணப் பாறைக்கு உள்ளதைவிட நீருக்கு உள்ள பிரதிபலிப்புத் தன்மை மிகவும் குறைவாதலால், சந்திரனின் நடுவே உள்ள கண்டப் பகுதி மிகமிகப் பிரகாசமாகவும், சுற்றிலும் உள்ள நீர்ப்பகுதி இருண்டும் இருக்கும். பூமியின் சிக்கலான மேற்பரப்பில் உள்ள கடல்கள், விரிகுடாக்கள், தீபகற்பங்கள், ஜலசந்திகள் ஆகியவற்றை நினைவில் வைத்துக்கொள்ள மண்டையை உடைத்துக் கொள்ளும் பள்ளிக்கூடப் பையன்களுக்கு இந்தச் சந்திரனைப் பார்த்தால், சந்திரன் பிடித்த பாடமாகிவிடும்!

நீர் ஏற்றங்களும் யுகங்களும்

இது ஒரு புத்தகத்தின் தலைப்பு. போன நூற்ருண்டின் இறுதியில் அந்தப் புத்தகத்தை எழுதியவர் ஜார்ஜ் டார்வின் என்ற பிரிட்டிஷ் வானியல் அறிஞர்—பிரபல உயிரியல் அறிஞர் சார்லஸ்



படம் : 6. சந்திரனின் மேற்பரப்பில் நீர் இருந்தால் இப்படித்தானிருக்கும். நடுவில் உள்ள வெள்ளை வட்டம் சந்திரனில் காணக்கூடிய இரண்டு நிலப் பகுதிகளில் ஒன்றாக இருக்கும்.

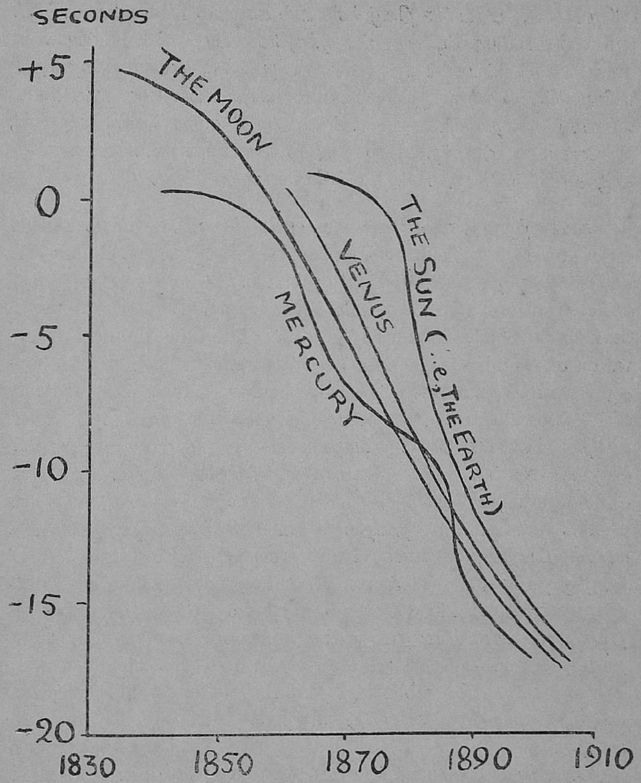
டார்வினின் புதல்வர். நம்முடைய பூமியின் கோடிக்கணக்கான ஆண்டுகள் கொண்ட வரலாற்றில், நீர் ஏற்றங்களின் பயனாக, பூமி, சந்திரன் இவற்றின் சுழற்சியில் என்ன மாறுதல்கள் ஏற்பட்டிருக்கும் என்று அந்த நூலில் டார்வின் ஆராய்ந்திருக்கிறார்.

வெளியே இருந்து, அதாவது செவ்வாய் போன்ற ஒரு கிரகத்தில் நின்றுகொண்டு பூமியையும், சந்திரனையும் நாம் பார்ப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். பூமி தன் அச்சில் தன்னைத்தானே சுற்றி 24 மணி நேரத்தில் ஒரு முறை சுழல்வதையும், சந்திரன் பூமியைச் சுற்றி 29½ நாட்களுக்கு ஒரு முறை சுழல்வதையும் காணமுடியும். பூமியின் கடல்களில் இரண்டு வீக்கங்கள் நமக்குத் தெரியும். ஒன்று சந்திரனை நோக்கியும், இன்னொன்று எதிர்ப்பக்கத்திலும் இருக்கும். பார்த்தால் இரண்டு 'ப்ரேக்'களுக்கு இடையே சுழல்வது போல் தோன்றும். 'ப்ரேக் லாடம்' என்று சும்மாவாவது சொல்லவில்லை. பூமி சுழலும்போது, இந்த நீர் ஏற்றங்கள் சிறிது 'ப்ரேக்

போட்டு வேகத்தைக் குறைக்கத்தான் செய்கின்றன. நீருக்குள்ளே உள்ள உராய்வு, கடலின் அடித்தரைகளில், முக்கியமாக ஆழமற்ற கடலின் தரைகளில் உறைக்கும் நீரின் உராய்வு, குறுக்கே தடைபோல் நிற்கும் கண்டங்களின்மீது அலேயேற்றம் பொங்கி மோதும் வேகம் — இவற்ருல் சக்தி பெரும் அளவுக்கு விரயமாகிச் சிதையும். இதன் பயனுக, தன் அச்சில் பூமி சுழலும் வேகம் சற்றுக் குறைவுபடும். அதனுல் ஒவ்வொரு நாளும் முந்திய நாளேவிடச் சற்று நீண்டிருக்கும். வானியல் முறைகளால் நுட்பமாக இதை அளந்தபொழுது, ஒவ்வொரு நாளும் முந்திய நாளேவிட 0.00000002 விநாடி அதிகமாக ஆகிவருவதாகக் கண்டார்கள். மிகமிகச் சிறிய மாறுதல்தான் இது. ஆனுல், எத்தனேயோ பல ஆண்டுகளே எடுத்துக்கொண்டு கணக்கிட்டால், வானியல் கால அட்டவணைகள் மொத்தமாக ஏற்பட்ட தவற்றை எடுத்துக் காட்டிவிடும்.

ஒரு நூற்ருண்டு காலத்திற்குக் கணக்கிட்டால், நாள் நீளுவது நன்கு தெரியும். ஒவ்வொரு நாளும் முந்திய நாளேவிட ஒரு விநாடியில் பத்துக்கோடியில் ஒரு பங்கு நீளமானுல், நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்பு (அதாவது, 36525 நாட்களுக்கு முன்பு) நாளின் நீளம் 0.00073 விநாடி குறைவாக இருந்திருக்கும். ஆகவே, சராசரியில் அக்காலத்தையும் இக்காலத்தையும் சேர்த்துப் பார்த்தால், நாளின் நீளம் 0.00036 விநாடி ($\frac{1}{2} \times 0.00073 = 0.00036$) குறைவாக இருந்திருக்கும். ஆனுல் 36525 நாட்கள் கழிந்துவிட்டதால், மொத்தமாக ஏற்பட்ட தவறு 36525×0.00036—அதாவது 13 விநாடி.

ஒரு நூற்ருண்டுக்கு 13 விநாடி என்பது மிகச் சிறிய எண்தான். ஆனுல் அது வானியல் கணக்குப்படி காணக்கூடிய சரியான மதிப்புத்தான். வானியல் அறிஞர்களே வெகுகாலமாக குழப்பிவந்த ஒரு புதிரை பூமியின் இந்த சுழற்சிவேகக்குறைவு விளக்கியிருக்கிறது. “நிலேயாக” உள்ள நட்சத்திரங்கள் உள்ள இடத்தையும், சூரியன், சந்திரன், புதன், வெள்ளி—இவை உள்ள இடங்களேயும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கையில், நட்சத்திரங்கள் ஒரு நூற்ருண்டுக்கு முன்பு இருந்ததைவிட கால அளவில் சற்று முந்தி தோன்றுவதைக் கண்டார்கள். (பிரபஞ்ச இயக்கத்திற்கான கணக்கு முறைகளே ஆதாரமாகக் கொண்டது இது. (ஏழாம் படம் இதை விளக்குகிறது). ஒரு டெலிவிஷன் நிகழ்ச்சி நீங்கள் எதிர்பார்த்த நேரத்திற்குச் சற்று முன்பே தொடங்கிவிடுகிறது; அல்லது, நீங்கள் சாமான் வாங்கப்போகும் கடை குறித்த நேரத்திற்கு முன்பே மூடியாகிவிட்டது; அல்லது நீங்கள் நிச்சயமாகப் பிடித்துவிடுவோம் என்று எண்ணிய ரயில் வண்டியைத் தவற விட்டுவிட்டீர்கள் என்ருல், ரேடியோ நிலேயத்தையோ, கடையையோ, ரயிலேயோ குறை சொல்வதில்லே. உங்கள் கடிகாரம் தவறு என்றுதான் தீர்மானிக்கிறீர்கள். பதினேந்து நிமிடம் அது பின்தங்கியிருக்கும்.

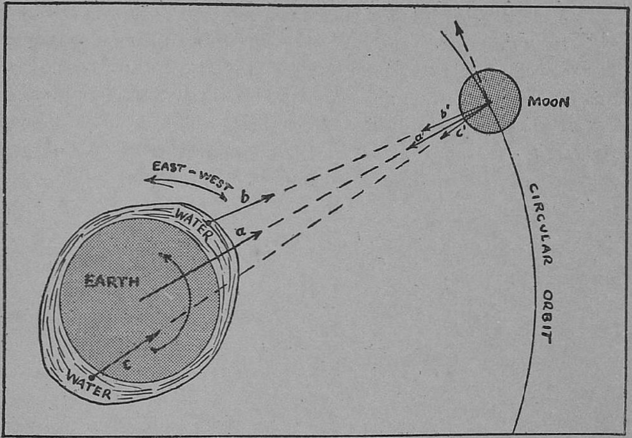


படம்: 7. வெவ்வேறு விண்வெளிக் கோளங்களின் சலனத்தை, கணக்கு மூலம் முன்கூட்டியே அறிந்து கூறுவதற்கும், நேரில் பார்த்து அறிவதற்கும் இடையே கால அளவு வேறுபடுகிறது. பூமியின் சுழற்சிவேகம் குறைவதால் இந்த வேறுபாடு தோன்றுமாயின், கோட்டின் வளைவுகள் ஒரே மாதிரியாக இருக்கவேண்டும். அப்படியில்லாதது, கணக்கிலும் பார்த்திலும் ஏற்பட்ட சிறு தவறுகளின் விளைவாக இருக்கலாம்.

Seconds—விநாடிகள். The moon—சந்திரன்.
The Sun (i.e. the Earth)—சூரியன் (அதாவது பூமி).
Venus—வெள்ளி. Mercury—புதன்.

அதேபோல, பிரபஞ்ச நிகழ்ச்சிகளில் காணும் 13 விநாடி மாற்றம் பூமி பின்தங்கியதால், ஏற்பட்டிருக்குமே தவிர, நட்சத்திரங்களின் வேகம் அதிகரிப்பதால் நேர்ந்திராது. பூமியின் வேகம் குறைகிறது என்று தெரிவதற்கு முன்பெல்லாம் வானியலார்கள் பூமியைச் சற்றும் பிசகாத கடிகாரம் என்றே கருதி வந்தார்கள். ஆனால், இப்போது கடல் ஏற்றத்தால் நேரும் வேகக்குறைவை உணர்ந்து அது காட்டும் நேரத்தைத் திருத்திக்கொள்கிறார்கள்.

கடலேற்ற உராய்வின் பயனாக, பூமியின் சுழற்சி வேகம் குறைந்தால், பூமியைச் சுற்றும் சந்திரனின் வேகம் அதிகமாக வேண்டும். பொருள்கள் நகர்வதுபற்றி நியூட்டன் அமைத்த அடிப்படை விதியின் விளைவு இது. ஆங்கிலத்தில், இதை கோணத் திணிவு வேகத்தின் அழிவிலாமைபற்றிய விதி (The Law of the Conservation of Angular Momentum) என்கிறார்கள். சந்திரன் பூமியைச் சுற்றி வரும் வேகம் அதிகரித்தால், மெள்ள மெள்ள அது பூமியை விட்டு விலகவேண்டும். அதாவது, திருகுசுருள் வடிவம் உள்ளேயிருந்து வெளியே விரிந்து வருவதுபோல், அது விலகும்; பூமியிலிருந்து அதன் தூரம் அதிகமாகிக்கொண்டே வரும். பூமி தன் அச்சில் சுழலும் வேகம் குறையும் அளவைக் கொண்டு, சந்திரன் விலகிப் போகும் தூரத்தைக் கணக்கிட முடியும். அப்படிக் கணக்கிட்டதில், ஒவ்வொரு அமாவாசையிலும், சந்திரன் பூமியிலிருந்து நான்கு அங்குலம் விலகிப் போவதாகத் தெரிகிறது. பூமியிலிருந்து சந்திரன் 238,857 மைல் தூரத்தில் இருக்கிறது என்பதை நினைக்கும்பொழுது மாதம் நான்கு அங்குலம் என்பது ஒரு பெரிய தூரம் அன்று. ஆனால், பூமியின் வரலாற்றில் யுக யுகமான கால அளவில் என்ன நேரும் என்று நாம் பார்க்கவேண்டும். அப்படிப் பார்த்தால், சந்திரன் சிறிது சிறிதாக விலகினாலும், மிகமிகப் புராதன காலத்தில் பூமிக்கு மிக அருகே இருந்திருக்கும் என்று தோன்றுகிறது. சுமார் 45 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு சந்திரன் கிட்டத்தட்ட பூமியைத் தொட்டுக்கொண்டே போயிருக்கும் என்று சார்லஸ் டார்வின் கணக்கிட்டுக் கூறினார். மேலும், அந்தக் காலத்தில் ஒரு நாளின் நீளம் (பூமி ஒரு முறை தன்னைத்தானே சுற்றிக் கொள்ளும் நேரம்) 5 மணி நேரம்தான் என்றும், அதேபோல, சந்திரன் பூமியை ஒரு முறை சுற்றிவர (அதாவது ஒரு மாதம்) ஐந்து மணி நேரம்தான் ஆகியிருக்கும் என்றும் அவர் சொன்னார். அப்படியாயின், இன்று செயற்கைக் கோள்கள் பூமியைச் சுற்றும் உயரத்திலேயே, சந்திரனும் 45 கோடி ஆண்டுகட்குமுன் பூமியைச் சுற்றி வந்திருக்க வேண்டும். ஒரே ஒரு வித்தியாசம். அந்தக் காலத்தில் பூமி தன்னைத்தானே வெகு வேகமாகச் சுற்றிக்கொண்டதால், அதனுடைய வடிவத்தின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றங்கள்



படம் : 8. பூமியின் சுழற்சிவேகத்தைக் குறைத்து சந்திரனை விலகி விலகிப் போகச் செய்யும் சக்திகள்.

Earth—பூமி. Water—நீர். Moon—சந்திரன்.
East—West—கிழக்கு மேற்கு. Circular Orbit—வட்டப்பாதை.

இப்பொழுது உள்ளதைவிட மிக அதிகமாக நீள்வட்டமாகவோ நேர்வட்டமாகவோ இருப்பது தெரிந்திருக்கும்.

அந்தக் காலத்திற்குச் சற்று முன்பு பூமியும் சந்திரனும் ஒரே கோளமாக இருந்திருக்கும் என்றும், பின்பு இரு கூறுகி, பெரியது பூமியாகவும், சிறியது சந்திரனுகவும் ஆகியிருக்கும் என்றும் ஜார்ஜ் டார்வின் கூறுகிருர். அப்படியானுல், பூமி, சந்திரன் என்னும் இரண்டு பெயர்களையும் கத்தரித்து ஒட்டி, இரு வேறு பெயர்களாக* (சந்திரன், பூமி, என்பதுபோல்) ஆக்கியிருக்கலாம். சந்திரன் பூமியின் ஒரு பகுதியாக இருந்திருந்தால், சந்திரனின் ஈர்ப்பால் ஏற்றங்கள் இருந்திருக்க இடமில்லை. ஆனுல், ஒன்ருகவே இருந்த அந்தப் பெரிய கோளத்தின் பாதி உருகிய உடல் சூரியனின் ஈர்ப்பால் ஏற்றங்கள் ஏற்பட்டு, 5 மணிக்கு ஒரு முறை விம்மியும் சுருங்கிக்கொண்டும் இருந்திருக்கும். இந்த ஏற்றங்கள் $2\frac{1}{2}$ மணிக்கு ஒரு முறை ஏற்பட்டதாகவும், அந்தப் பெரிய கோளம் ஊசலாடும் காலமும் அதுவும் சமமானவை என்றும், டார்வின் கூறினுர். இரண்டு பெரிய ராட்சதக் கைகள் அந்தப் பழம்பெரிய

*மூலத்தில் இப்பெயர்கள் ஆங்கிலப் பெயர்களைக் கொண்டு, 'எர்த்தூன்' 'மூர்த்து' என்று வழங்கப்பட்டிருக்கின்றன.

கோளத்தைப் பற்றிப் பி ழி ய வோ, நீட்டவோ செய்தால், அதே இரண்டரை மணி நேரம் அது துடித்துக்கொண்டிருக்கும்.

நாம் விரும்பும் ஒரு நிலையத்தைக் கேட்கும் நிலைக்கு ரேடியோ அல்லது டெலிவிஷன் பெட்டியின் திருகைத் திருப்பினுல், பெட்டியி லுள்ள மின்னணு அமைப்பின் ஊசல் காலம் மாறுகிறது. அந்த அதிர்வின் அளவும், உள்ளே வரும் ரேடியோ அலைகளின் அதிர்வு அளவும் (கிலோசைக்கிள் அல்லது மெகாசைக்கிளில் இதைச் சொல்வது வழக்கம்) சமமாகும் பொழுது, உள்ளே வரும் மின் காந்த அலைகளுக்கு இசைய வாங்கும் அமைப்பும் இயங்குகிறது. இதனுல் உள்ளே வரும் சக்தி ஒலியாகவோ, படமாகவோ மாறு கிறது. இன்னெரு உதாரணமும் சொல்லலாம். குழந்தையை ஊஞ்சலில் உட்காரவைத்து ஆட்டும்போது, ஊஞ்சலின் போக்கிற்கு இசையத் தள்ளினுல்தான், அது உயரமாகவும், வேகமாகவும் ஆடும். அதேபோல, சூரிய ஈர்ப்பால் ஏற்படும் ஏற்றம், அந்தப் பெரிய கோளத்தின் துடிப்பின் கால அளவையொட்டி ஒட்டி ஏற் பட்டுக் கொண்டிருந்தால் ஒரு இசைவு உண்டாகும். கோளத்தின் துடிப்பும் அதிகமாகி ஆகி, ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில், அது பூமி சந்திரன் என இரு கூறுகளாகச் சிதைந்திருக்க வேண்டும்.

ஆதரவும் எதிர்ப்பும்

ஜார்ஜ் டார்வின் எடுத்துரைத்த இந்தக் கொள்கையின் அழகு என்னவென்ருல், பூமியும் கிரகங்களும் எப்போது ஏற்பட்டதாகச் சொல்கிருர்களோ, அந்தச் சமயத்தில் சந்திரன் பூமிக்கு வெகு அருகில் இருந்தது என்பதுதான். பூமி தன்னைத்தானே சுற்றிக் கொள்ளும் கால அளவிலேயே சந்திரனும் பூமியை ஒருமுறை சுற்றி வந்தது. பூமியின் கடல்களில் ஏற்பட்ட ஏற்றம் மாறுபட்டிருந் தாலோ, அல்லது பூமியின் சுழற்சி நேரம் இன்றுபோல 24 மணி என்று இல்லாமலிருந்தாலோ, இந்தக் கால ஒற்றுமைகள் இருந் திரா. இந்த எண் ஒற்றுமைகளை ஆதாரமாகக் கொண்டு விஞ்ஞானக் கொள்கைகளை அமைப்பது ஆபத்தான செயல். ஆனுல் அவ்விதமான ஒற்றுமைகள் இருந்தன என்பதே, டார்வினின் கொள்கை சரியானது என்று நம்ப இடமளிக்கிறது. இதைத்தவிர வேறு வழிகளிலும், டார்வினின் கொள்கைக்கு ஆதரவு கிடைக் கிறது. பூமியின் சராசரி அடர்த்தி (அதன் எடையை, பரிமாணத் தால் வகுத்தால் இது வரும்) நீரின் அடர்த்தியைவிட $5\frac{1}{2}$ மடங்கு அதிகம். ஆனுல், மேற்பரப்பில் உள்ள பாறைகளின் அடர்த்தி குறைவாக இருக்கிறது. கருங்கல்லின் அடர்த்தி 2·6; பஸால்டின் அடர்த்தி 2·8; அதனுல் பூமியின் மையப் பகுதியில் உள்ள பொருள் $5\frac{1}{2}$க்கும் அதிகமான அடர்த்தி உள்ளதாக இருக்கும். பூமியின்

மையத்தில் மிகக் கனமான இரும்பு இருப்பதாக இப்போதெல்லாம் சொல்லுகிறுர்கள். சந்திரனின் சராசரி அடர்த்தி 3·3தான். சந்திரன் முழுவதுமே பாறை. அதன் உட்புறத்தில் அந்தப் பாறை மிகவும் அடர்ந்து கெட்டியாக இருக்கிறது என்ற நம்பிக்கையோடு இது ஒத்து வருகிறது. சந்திரனில் இரும்பு கிடையாது. அப்படியானல், முதலிலிருந்த பெரிய கோளத்தின் மேல் பகுதிகளிலிருந்தே சந்திரன் உருவாகியிருக்க வேண்டுமென்று சொல்லலாம். டார்வினின் கொள்கைக்கு ஆதரவாக இருக்கிறது இது.

டார்வினின் கூற்றை இன்னெரு வழியிலும் ஆதரிக்க முடியும். பூமியின் மேற்பரப்பு பெரிய பெரிய கண்டப் பகுதிகளாகவும், ஆழமான கடற் பள்ளங்களாகவும், பாகுபட்டிருக்கிறது. கண்டங்கள் சராசரியாக, இருபது மைல் ஆழமுள்ள கருங்கல் பாறைகளே. அவற்றின் மேற்பரப்பில் பஸால்ட்டுப் பாறைகள் ஆங்காங்குதான் காணப்படுகின்றன. எரிமலைக் கக்கலால் தோன்றியவை இந்தப் பஸால்ட்டுப் பாறைகள். இருபது மைல் ஆழத்திற்குக் கீழே உள்ளது கனமான பஸால்ட்டு என்னும் பொருள். அதன்மீதுதான் கண்டப் பகுதிகள் அமைந்திருக்கின்றன. கடற் தரைகளிலே கருங்கல்லே கிடையாது. அங்கு எல்லாமே பஸால்ட்டுப் பாறைதான்.

பூமியின் உடல் (நான்காம் அத்தியாயத்தில் இதைப்பற்றி விளக்குவோம்) வெங்காயம் போன்றது. ஒன்றன்மேல் ஒன்ருக வெவ்வேறு அடர்த்தியுள்ள பொருள்கள் அதில் படிந்திருக்கின்றன. பூமிக்குள்ளே போகப் போக பொருள்களின் அடர்த்தியும் அதிகரிக்கும். நம்முடைய பூமி ஒரு காலத்தில் உருகிய குழம்பாக இருந்து, அதனல் கனமான பொருள்கள் உள்ளே அமர்ந்து, லேசான பொருள்கள் மேலே மிதந்தன என்று கருதினல், அடர்த்தி உட்புறத்தில் அதிகமாயிருப்பது புரியும். அப்படியானல் கருங்கல் என்னும் லேசான பொருள், பூமியின் மேற்பரப்பு எங்கிலும் ஒரே சீராக, ஒரே மாதிரி படர்ந்திருக்க வேண்டும். ஆனல் உண்மையில் அப்படியில்லை. கனமான பாளம் பாளமாக, பூமியின் மேற்பரப்பில் கால்பகுதியில்தான் கருங்கல் காணப்படுகிறது. ஏன்? இந்தக் கேள்விக்கு இப்படி விடை அளிக்கலாம்: முதல் பெரிய கோளத்தில் (பூமியும் சந்திரனும் ஒன்ருக இருந்த கோளம்) மேற்பரப்பெங்கும் படர்ந்த கருங்கல் படலம் சுற்றியுள்ள குளிரால் தாக்கப்பட்டுப் பட்டு, விரைவில் கெட்டிப்பட்டிருக்கும். பூமியிலிருந்து சந்திரன் பிரிந்தபொழுது, ஒரு பக்கத்திலிருந்த கருங்கல் அத்தனையும் அதோடு போய்விட்டது. எனவே ஒரு பெரும் பகுதியில் கருங்கல்லே இல்லாமல் போய்விட்டது. (பசிபிக் கடல் பகுதி தான் அது). மீதியிருந்த கருங்கல் பரப்பு பல துண்டுகளாக விரிந்து இன்னும் குழம்பாகவே இருந்த பஸால்ட்டின்மீது மிதந்து சென்று,

பரவியிருக்கும். பஸால்ட்டுக் குழம்பின் மேல் பகுதிகள் இறுகிய பொழுது, மிதந்துகொண்டிருந்த கருங்கல் பாளங்கள் ஆங்காங்கு நிலைபட்டிருக்கும். இந்த நிலைபட்ட கருங்கற் பகுதிதான் கண்டங்களாகிவிட்டன. இதைப்பற்றி மீண்டும் ஐந்தாம் அத்தியாயத்தில் பார்ப்போம்.

ஜார்ஜ் டார்வினின் கொள்கைக்கு எளிதில் விடை கூறமுடியாத மறுப்புகளும் கிளம்பியுள்ளன. நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்த எம். ரோஷ் என்ற பிரெஞ்சு வானியல் அறிஞர், ஒரு கிரகத்தின் எந்தத் துணைக்கோளும் அந்தக் கிரகத்தின் ஆரத்தைவிட $2\frac{1}{2}$ மடங்குக்கும் குறைவான தூரத்தில் சுற்றினுல், ஈர்ப்புச் சக்திகளால் அது துண்டுதுண்டாகச் சிதைந்துவிடும் என்று நிருபித்திருக்கிருர். (ரோஷ் சொல்லும் வரம்புக்குள்தான் இன்றைய செயற்கைக்கோள்கள் பூமியைச் சுற்றுகின்றன. ஆனுல், இயற்கை கிரகங்களைவிட மிகவும் கடினமான உலோகங்களால் அவை அமைக்கப்பட்டிருப்பதால்தான், அவை மேற்கூறிய விதிப்படி துண்டுதுண்டாகச் சிதைவதில்லை) சனிக்கிரகத்தின் துணைக்கோள்களும் வளையங்களும் ரோஷ் குறிப்பிட்ட வரம்புக்கு நல்ல எடுத்துக் காட்டுகள். மைமஸ் என்ற துணைக்கோள்தான் சனியின் மிக அருகே சுற்றுகிறது. அது, சனியின் ஆரத்தைவிட 3·1 மடங்கு அதிக தூரத்தில் சுற்றுவதால், சிதையாமல் இருக்கிறது. ஆனுல், சனி வளையத்தின் வெளிப்புறமோ அந்தக் கிரகத்தின் ஆரத்தைப் போல 2·3 மடங்கு தூரமேதான். எனவே, அது சிதைந்த நிலையிலேயே சின்னச்சின்னத் துகள்களின் கூட்டமாக இருக்கிறது.

பூமியிலிருந்து சந்திரன் பிரிந்துபோயிருந்தால், ரோஷ் வரம்பைத் தாண்டுவதற்குள்ளாகவே அது சுக்கலாகச் சிதறியிருக்கும் என டார்வினின் கொள்கையை மறுப்பவர்கள் கூறுகிருர்கள். இந்த மறுப்புக்கும் ஒரு மறுப்புக் கூற முடியும். 5 மணிக்கு ஒரு முறை வீதம் பூமி சுழன்ற காலத்தில், அதன் மையக் குறுக்களவு (விட்டம்) இன்று இருப்பதைவிடப் பெரிதாக இருந்தது. எனவே, தப்பிச் சென்ற சந்திரன் ஆபத்து நேரும் எல்லையை ஏற்கனவே கடந்திருக்கும். உண்டு, இல்லை, என்று ஒரு தீர்மானத்திற்கும் வர முடியாமல் தவிக்கவேண்டியிருக்கிறது. இதையெல்லாம் நிர்ணயமாய்ச் சொல்ல மிகமிகச் சிக்கலான கணித முறைகள் தேவையாய் இருப்பதுதான் இந்நிலைக்குக் காரணம். விளக்கம் காண நாம் கையாளும் கணக்குகள் குத்துமதிப்பாகப் போடுபவைதான். எனவே வரும்விடைகளும் தீர்மானமாக இருப்பதில்லை. டார்வினின் கொள்கை சரியா, தவரு, என்று கண்டுபிடிக்க, மிக விரைவில் இயங்கும் எலெக்ட்ரானியல் கணக்கு இயந்திரத்தால் முடியுமோ என்னவோ! சந்திரன் பிரிந்த நிகழ்ச்சியின் நுட்பமான சிக்கல்களை

அது புரிந்துகொண்டு, கணக்கிட்டு, சரியான விடை தந்தால்தான் உண்டு. கூடிய விரைவில் இது சாத்தியமாகும் என்று நம்புவோமாக.

கன ஹைட்ரஜனைக் கண்டுபிடித்தவரும், ரசாயனத்திற்கு நோபல் பரிசு வாங்கியவருமான ஹாரல்டு யூரியும், இன்னும் பல பெரிய விஞ்ஞானிகளும் டார்வினின் கொள்கையை ஏற்கவில்லை. பூமியாக உருவான பொருளோடு சந்திரன் என்னும் பொருள் என்ன காரணத்தினாலோ சேரவில்லை என்றே அவர்கள் நினைக்கிறார்கள். சூரியனைச் சுற்றியிருந்த முதல்முகிற்படலம் இறுகி கிரகங்களாக உருவான நிகழ்ச்சி, மெள்ள மெள்ள, கோடிக்கணக்கான ஆண்டு வாக்கில் நிகழ்ந்திருக்கும். அந்தக் காலத்தில், படலத்தில் மிதந்த சிறிய தூசித் துகள்கள் ஒன்றோடு ஒன்று மோதி ஒட்டிக்கொண்டு, பெரிய திடப்பொருள்களாக ஆகியிருக்கும். இந்தத் துண்டுகள், நாளடைவில் முலாம்பழம், ஒரு ஆலய விமானம், எவரெஸ்ட் — என்று அளவில் பெருகிப் பெருகி வளர்ந்திருக்கும். ஒரு காலத்தில் சந்திரனைப் போன்ற அளவுள்ள பல பொருள்கள் பற்பல தூரங்களில் சூரியனைச் சுற்றிச் சுற்றி வந்திருக்கும் என்று யூரி சொல்லுகிறார். பூமி இப்பொழுது சுற்றும் வட்டப்பாதைக்கு அருகில் அந்தப் பொருள்களில் பல வந்து நெருங்கி, ஒட்டிக்கொண்டு, பூமி என்ற ஒரு கோளமாகியிருக்கும். அந்தப் பொருள்களில் ஒன்று மட்டும் எப்படியோ சேராமல் போய்விட்டது. ஆனால் பூமி அதை நிரந்தரத் துணைக்கோளாக இருத்திக்கொண்டு விட்டது. சந்திரனைப்பற்றி யூரி சொல்லும் விளக்கம் இது. இது புதியதொரு விளக்கம். இது சரியா என்று விமர்சித்துக் கூறப் பல ஆண்டுகள் பிடிக்கும்.

சந்திரனின் தரை அமைப்பு

வெறுங் கண்ணுக்குச் சந்திரன் ஒளியும் நிழலும் கொண்ட தட்டாகத் தெரிகிறது. மான், முயல், என்று பல வடிவில் நிழல் பகுதி நமக்குத் தோன்றுகிறது. சந்திரனை முதன் முதலில் நன்றாகப் பார்த்தவர் காலிலியோ காலிலேயீ என்ற இத்தாலிய விஞ்ஞானிதான். மூக்குக் கண்ணாடிகள் செய்யும் ஹான்ஸ் லிப்பெர்ஷே என்ற டச்சுக்காரர் ஒரு குழாயில் பல பூதக்கண்ணாடிகளைப்பொருத்தி,வேடிக்கையான ஒரு கருவியைச் செய்திருப்பதாக காலிலியோ கேள்விப்பட்டார். தொலைவில் உள்ள பொருள்களை, அதன் உதவியால் வெகு அருகே காண முடியும் என்றும், ஒன்று அல்லது இரண்டு மைலுக்கு அப்பாலுள்ள ஒரு மனிதனையோ மரத்தையோ அதன் மூலம் தெளிவாகப் பார்க்க முடியும் என்றும் தெரிந்தது. வானில் தெரியும் பொருள்களைக் காண அத்தகைய

ஒரு மாயக் குழாய் மிகவும் உதவியாயிருக்குமே என்று காலிலியோ நினைத்தார். 'மாயக் குழாய்' என்றே அதை அந்தக் காலத்தில் அழைப்பது வழக்கம்.

காலிலியோ தம் கையாலேயே வான்நோக்கும் டெலிஸ்கோப்பு ஒன்றைச் செய்துகொண்டார். நயமான கருவி என்று அதைச் சொல்வதற்கில்லை. இருந்தாலும், சந்திரனின் மேற்பரப்பைக் காண அவருக்கு அது முன்னைவிட மிகவும் உதவியாக இருந்தது. சந்திரனின்மீது மலைத் தொடர்களையும், பெரும் வட்டப் பள்ளங்களையும், முதலில் கண்ட மனிதர் அவர்தான். அந்த எளிய கருவியின்மூலம், சந்திரனின் பெரிய இருண்ட பகுதிகள் வழவழவென்று மொத்தையாகவே அவருக்குத் தெரிந்தன—பெரிய நீர்ப்பரப்புகள் தெரிவதுபோல். உடனே அவர் அந்தப் பகுதிகளை "மாரீயா" என்று குறிப்பிட்டார். மாரீயா என்றால் லத்தீன் மொழியில் கடல் என்று பொருள். இன்று சிறந்த டெலிஸ்க்கோப்புகளின் உதவியால், இவை கடல்கள் அல்ல என்றும், சிறு பள்ளங்களும் ஒழுங்கற்ற பரப்புகளும் நிறைந்த பெரிய சமவெளிகளே என்றும், நாம் அறிந்திருக்கிறோம். எனினும், "மாரீயா" என்ற பெயர் மாறவில்லை. அது இன்றும் அப்படியே வைத்துக் கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது. சந்திரனில் தண்ணீரே கிடையாது. பூமியிலுள்ள மிக மிக வறண்ட பாலைகளைவிட சந்திரனின் பரப்பு வறண்டிருக்கிறது என இன்று நமக்கு நிச்சயமாகத் தெரியும்.

சந்திரனுக்கு வாயுமண்டலமும் கிடையாது. சந்திரன் வானில் நகரும் பொழுது, அதற்கு அப்பால் தெரியும் நட்சத்திரம் கருக்காக மறைந்துவிடும். சந்திரனைச் சுற்றி மெல்லிய காற்றுப் படலம் இருந்தால், அந்த நட்சத்திரம் மறைவதற்கு முன்னால், சற்று மினுக் மினுக்கென்று சிமிட்டியிருக்கும். நட்சத்திரங்கள் உள்ள இடமும் அந்தக் காற்றுப்படலத்தின் மூலம் சற்று மாறினாற்போல் தென்பட்டிருக்கும்—நீர் உள்ள பாத்திரத்தின் அடியில் கிடக்கும் ஒரு பொருள் இடம் மாறித் தோன்றுவது போல. ஆனால், சந்திரனால் மறைக்கப்படும் நட்சத்திரங்களோ கத்தியால் நறுக்கினாற்போல் கருக்காக மறைந்து விடுகின்றன. மேலும், சந்திரனில் உள்ள மலைகளின் நிழல்கள் நறுக்கினாற்போல, கருக்காகக் கறுத்து விழுகின்றன. காற்று மண்டலம் இருந்தால், அப்படி இராது; பூமியில் காலைப் பொழுதிலும் மாலையிலும் காணும் நிழல் போல் பூசி மெழுகி மிருதுவாகத் தோன்றியிருக்கும்.

சந்திரனின் ஒரு பக்கம் முழுவதையும் அதிலுள்ள சில பகுதிகளின் அமைப்புக்களையும் ஒன்பதாவது படம் நமக்குக் காட்டுகிறது. பத்தாவது படம் சந்திரனின் மறுபக்கம். சோவியத்து நாடு அனுப்பிய 'லூனிக் மூன்று' என்ற ராக்கெட்டின் மூலம் கிடைத்த

படம்: 9. மாரீயா என்ற இருண்ட பகுதிகளும் பெரும் பள்ளங்களும் தெரியும் முழுமதியின் புகைப்படம். சில பள்ளங்களிலிருந்து "ஒளிக் கிரணங்கள்" பிரிவது தெரியும்.

(Courtesy of the Yerkes Observatory)

படம் இது. எதிர்பார்த்ததுபோல, இரு புறங்களும் ஒரே மாதிரி யான தோற்றத்தையே அளிக்கின்றன. இருண்ட, பெரிய பகுதிகள் "மாரீயா" என்று அழைக்கப்படுகின்றன. 'அமைதிக் கடல்', 'கம்பீரக் கடல்' 'மாரிக் கடல்', 'புயற்பெருங்கடல்' (வலப்பக்கத்தில் உள்ள பெரிய பாலை இது) என்றெல்லாம் சிங்காரப் பெயர்களை இவற்றிற்கு இட்டிருக்கிறார்கள். பூமியில் உள்ள மலைகளின் பெயர் களையே சந்திர மலைகளுக்கும் சூட்டியிருக்கிறார்கள்—ஆல்ப்ஸ், அப் பினைன்ஸ், கார்ப்பேத்தியன் — என்று. சந்திரனுக்கே உரிய பல பெரும் பள்ளங்களுக்கு அரிஸ்ட்டார்க்கஸ், ஆர்க்கிமிடீஸ், பிளேட்டோ, கோபர்நிக்கஸ், டைக்கோ, கெப்லர் என்றெல்லாம் பிரபல விஞ்ஞானிகளின் பெயர்களும் தத்துவஞானிகளின் பெயர் களும் இடப்பட்டுள்ளன.

சந்திரனின் மறுபக்கத்தில் உள்ள மலை, பள்ளங்களுக்கெல் லாம் ஸ்லாவ் பெயர்களாக வைத்திருக்கிறார்கள். மாஸ்க்கோக் கடல், ஷிமிட்டுக்கடல், (ஷிமிட்டு என்பவர் இப்பொழுது வாழ்ந்து

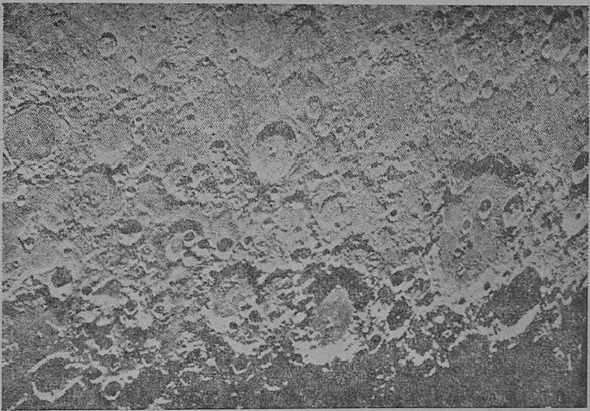
படம்: *10*. "லூனிக் III" என்ற செயற்கைக்கோள் சந்திரனின் இருண்ட மறுபகுதியைப் படம் பிடித்து அனுப்பிய சித்திரம். தொடர்ச்சியான கோட்டால் ஆன பெரிய வட்டம் சந்திரகோளத்தின் மத்திய ரேகை. சிறு கோடுகளால் ஆன வட்டம் நம் கண்ணுக்குத் தெரியும் சந்திரப் பகுதிக்கும் (இடதுபுறம்) தெரியாத பகுதிக்கும் (வலதுபுறம்) இடையே உள்ள எல்லை.

ஏற்கனவே தெரிந்த பகுதிகள் :

I. ஹம்போல்டியானம் கடல்.
II. கிரிஸியம் கடல். III. மார்கினீஸ் கடல்.
IV. உண்டாரம் கடல். V. ஸ்மிதீ கடல்.
VI. ஃபிகண்டிடாட்டிஸ் கடல். VII. ஆஸ்ட்ரலே கடல்.

புதிதாக கண்டு பிடித்த பகுதிகள் :

(1) மாஸ்கோவியா கடல். (2) ஸைனஸ் அஸ்ட்ரநாட்டாரம்.
(3) ஆஸ்ட்ரலே கடலின் தொடர்ச்சி. (4) ஸியால்கோவ்ஸ்கி பள்ளம்.
(5) லாமொனேஸோவ் பள்ளம். (6) ஜோலியோ—க்யூரி பள்ளம்.
(7) சோவியத் மலைத்தொடர். (8) டெஸிடரீ கடல்.



படம்: *11.* சந்திரனின் மேற்பரப்பின் ஒரு பகுதியின் புகைப்படம். பள்ளங்களின் அமைப்பு தெளிவாகத் தெரிகிறது.

(Courtesy of the Yerkes Observatory)

வரும் ஒரு பெரிய வானியல் அறிஞர்) சோவியத்து மலைகள், லாமொனோஸோவ் பள்ளம் (லாமொனோஸோவ் என்பவர் 18-ஆம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த பிரபல ரஷ்ய விஞ்ஞானி, கவியும் கூட), ஸீயால்கோவ்ஸ்கி (ராக்கெட் வளர்ச்சியிலும் விண்வெளிப் பயணத்திற்கும் வழி வகுத்த ரஷ்யர்களில் ஒருவர். இவர் ஒரு பள்ளி ஆசிரியர்) பள்ளம் - என்று பல பெயர்களைக் காண்கிறோம். பெயர்கள் இப்படி மாறியிருந்தாலும், தரையின் தோற்றம் இருபுறமும் ஒரே மாதிரியாகத்தான் இருக்கிறது.

சந்திரனின் தரை ஆராய்ச்சி (இதற்கு ஸெலீனுக்ரஃபி என்று பெயர்)யில் முக்கியமாக இருப்பது அதில் தெரியும் பெரும் பள்ளங்களே. சந்திரனின்மீது எங்கு பார்த்தாலும் காணப்படும் அந்தப் பள்ளங்கள் எப்படித் தோன்றின ? (படம்: 11). நம் கண்ணுக்குத் தெரியும் பகுதியில் உள்ள மிகப் பெரிய பள்ளம் கிலாவியஸ் என்பது. 146 மைல் விட்டமுள்ள ஒரு வட்டமான குழிவு அது. அதைச் சுற்றிலும் உள்ள பக்கங்கள் செங்குத்தானவை. அவற்றின் உயரம் 20 ஆயிரம் அடி. அந்தப் பள்ளம் மிகப் பெரியது. அதாவது, ஒருவன் நடுவில் நின்று சுற்றிப் பார்த்தால், அந்தப் பள்ளத்தின் சுவர்கள் அவனுடைய கண்ணுக்குத் தெரியாமல், அடிவானத்தின் கீழ் மறைந்துவிடும். டெலிஸ்க்கோப்பின் வழியே நமக்குத் தெரியும் மிகச் சிறிய பள்ளங்கள், ஒரு பெரிய கட்டிடத்தின் அளவு இருக்கலாம். அவற்றைவிடச் சிறிய பள்ளங்களும் இருக்கின்றன.

இந்தப் பள்ளங்கள் எப்படி ஏற்பட்டன? இத்தனை பள்ளங்கள் இருக்கக் காரணம் என்ன? சில ஆண்டுகளுக்கு முன்பு வரை, அவை பூமியில் உள்ள வெஸுவியஸ், ஃப்யூஜியாமா ஆகியவற்றைப் போலவே எரிமலை இயக்கத்தால் உண்டானவை என்று நம்பி வந்தார்கள். அது உண்மையல்ல என்பது பின்பு தெரிந்தது. பூமியில் உள்ள எரிமலைகள் கூம்பாக உயரும் வடிவம் கொண்டவை. அக் கூம்பின் உச்சியில் ஒரு பள்ளம் இருக்கும். ஆனால், சந்திரனில் உள்ள பள்ளம், அகன்ற சமதளமும் சுற்றிலும் உட்காரும் படிகளும் கொண்ட விளையாட்டு அரங்கைப் போல அமைந்திருக்கிறது. உட்புறத்திலிருந்து தீக்குழம்பு பீறியதின் விளைவாக அத்தகைய வடிவம் அமையாது. ஆனால், சந்திரனின் பள்ளங்களுக்கும் அரிஸோனாவில் காணும் பெரும் பள்ளத்திற்குமிடையே ஒரு வடிவ ஒற்றுமை காணப்படுகிறது. ஒரு பிரம்மாண்டமான அண்டவெளிப் பாறை பூமியின்மீது வந்து விழுந்து தாக்கியதால் அரிஸோனாவில் உள்ள பள்ளம் ஏற்பட்டது. விநாடிக்குப் பத்து மைல் வேகத்தில் பாயும் ஒரு பெரிய பொருள் தரையின்மீது விழும்பொழுது, விழுந்த இடத்தில் ஏராளமான சூடு பிறக்கும். அந்தச் சூட்டில் அண்டவெளிப் பாறை, அது புதைந்த நிலப்பகுதி — ஆகிய இரண்டுமே உருகும்; ஒரு பகுதி ஆவியாகவும் மாறும். ஆவியான பொருள் ஒரு பெரிய வட்டமாக சுற்றிலும் இறையும். அரிஸோனா பள்ளத்தை உண்டு பண்ணிய அண்டவெளிப் பாறை இரண்டு லட்சம் டன் எடையும், 100 அடி விட்டமும் கொண்டதாக இருந்திருக்கும்.

அரிஸோனாப் பள்ளம் போன்ற பெரிய பள்ளங்கள் சந்திரனில் ஏராளமாக உண்டு. ஒரு நல்ல டெலிஸ்கோப்பால்கூட அத்தகைய அளவு உள்ளவற்றை நன்றாகப் பார்ப்பது எளிதன்று. அப்படியானால் டெலிஸ்கோப்பில் தெரியும் பள்ளங்கள் இன்னும் எத்தனையோ பெரிதாக இருக்கவேண்டும். பெரிய பெரிய அண்டவெளிப் பாறைகள் வந்து மோதியதால் அவை ஏற்பட்டிருக்க வேண்டும். நாற்பது மைல் விட்டமுள்ள ஆர்க்கிமிடீஸ் என்ற பள்ளம் 2400 கோடி டன் எடையுள்ள அண்டவெளிப் பாறை சந்திரன்மீது மோதியதால் ஏற்பட்டிருக்கும். 146 மைல் விட்டமுள்ள மிகப்பெரிய பள்ளமான கிலாவியஸ் 20 ஆயிரம் கோடி டன் எடையுள்ள அண்டவெளிப் பாறை விழுந்ததால் ஏற்பட்டிருக்கலாம். இந்தப் பாறை நான்கு மைல் குறுக்களவு கொண்டதாக இருந்திருக்கலாம். அதாவது, பூமியிலுள்ள ஒரு பெரிய மலையின் அளவு.

ஏன் சந்திரனில் இத்தனை பள்ளங்கள் உள்ளன? பூமியில் ஏன் அத்தனை இல்லை? பூமியில் உள்ள பள்ளங்களும் அரிஸோனாப்

படம் : 12. லாஜொல்லா, காலிஃபோர்னிய பல்கலைக் கழகத்தில் டாக்டர் ஹான்ஸ் ஸுவேஸ் சேகரித்து வைத்துள்ள டெக்டைட்டுகள்.

பள்ளத்தைப்போல, சிறியவையாக இருப்பானேன்? பூமியின்மீது அண்டவெளிப் பாறைகள், அதற்கு இத்தனை அருகில் உள்ள சந்திரன்மீது விழுந்ததைவிட அதிகமாக விழுந்திருக்கும் என்று கூறுவது சாத்தியமில்லை. சந்திரனுக்கு வாயுமண்டலம் கிடையாது; எனவே, அதன் மேற்பரப்பு பூமியின் மேற்பரப்பைப்போல, காற்றாலும் நீராலும் அரிக்கப்பட்டிராது என்றுதான் இதை விளக்கவேண்டும். ஆயிரம், லட்சம், அல்லது கோடிஆண்டுகளுக்கு முன்பு, சந்திரனின்மீது ஏற்பட்ட ஒரு பள்ளம், இன்றும் அதே மாதிரியே காணப்படுகிறது. ஆனல், பூமியின்மீது அண்டவெளிப் பாறை விழுந்து தோன்றிய பள்ளங்களோ மழையும் காற்றும் தாக்கித் தாக்கி, அரித்து, உருமாறி, கடைசியில் இருந்த இடமே தெரியாமல் போய்விடுகின்றன. அரிஸோனப் பள்ளம் உண்டாகி எட்டாயிரம் ஆண்டுகள்தான் ஆகி இருக்கும். பெரும் அளவுக்கு அது தூர்ந்துவிட்டது. இன்னும் பத்தாயிரம் ஆண்டுகளிலோ, அல்லது இருபதாயிரம் வருடங்களிலோ அது மறைந்தே போய் விடலாம். பூமியின்மீதுள்ள பள்ளங்களை விமானத்திலிருந்து ஆராய்ந்ததில் அண்டவெளிப் பாறைகள் தாக்கி உண்டான எத்தனையோ பள்ளங்கள் அரிக்கப்பட்டுத் தூர்ந்துவிட்டன என்பது தெரிந்தது. உல்லாசப் பிரயாணிகள் அவற்றைத் திரும்பிக்கூடப் பார்க்கமாட்டார்கள்.

"சந்திரனின் கண்ணீர்" என்னும் ஒரு பொருளைப்பற்றிச் சொல்லாமல் இந்த அத்தியாயத்தை முடிக்க முடியாது. பூமியின் பல பாகங்களில் (பால்க்கன் தீபகற்பம், மத்திய ஆஸ்ட்டிரேலியா) "டெக்ட்டைட்டு" என்ற பொருள்களை புவி-இயல் ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்டெடுத்திருக்கிருர்கள். பழைய காலத்து வண்டல் படலங்களுக்கிடையே அவை அகப்பட்டுள்ளன. ஆஸ்ட்டிரிய புவி-இயல் அறிஞரான எட்வர்டு ஸுவேஸ் என்பவர்தான் 1899-ல் முதல் முதலாக இதைக் கண்டுபிடித்தார். அது கண்ணுடிபோல் இருக்கும். சில சமயம் உடைந்துபோன பீர் குப்பியின் துண்டுகள்போல் தோன்றும். காலிஃபோர்னியா பல்கலைக் கழகத்தில் இந்த டெக்ட்டைட்டுகளை ஆராயும் டாக்டர் ஹான்ஸ் ஸுவேஸ் (எட்வர்டின் மகன்) 'மிகப் புராதன காலங்களில் பீர்த்தொழில் மும்முரமாக நடந்திருக்க வேண்டும்' என்று வேடிக்கையாகச் சொன்னுர். இந்த டெக்ட்டைட்டுகள் பல, நாய்க்குடை வடிவமாக இருக்கும்—மேலே குடையும் கீழே தண்டுமாக. 12-ஆம் படத்தைப் பார்க்கவும். பூமியின் வாயு மண்டலத்தின் ஊடே மிக வேகமாகப் பாயும்போது இந்தப் பொருள்கள் சூடேறி, பாதி உருகியிருக்கும் என்று நினைக்கவேண்டியிருக்கிறது. ஆஸ்ட்டிரேலியாவில் கண்டெடுத்த டெக்ட்டைட்டுகளின் வடிவத்தையும் கோடுகளையும் ஆராய்ந்தால், அவை பூமிக்கு அப்பால் அண்டவெளியிலிருந்து வந்து, விநாடிக்கு குறைந்தபட்சம் நான்கு மைல் வேகத்தில் பூமியின் வாயு மண்டலத்தில் புகுந்திருக்கவேண்டும் என்று தோன்றுகிறது. ஆனுல், சாதாரண அண்டவெளிக் கற்களோடும் அவற்றைச் சேர்ப்பதற்கில்லை. அண்டவெளிக் கற்கள் நிக்கலும் இரும்பும் கலந்த கலவையாகவோ, அல்லது வெறும் கற்களாகவோதான் இருக்கின்றன.

ஏறக்குறைய சுத்தமான ஸிலிக்கா மணலோடு மற்றக் கூட்டுப் பொருள்கள் சிலவற்றைச் சிறிது கலந்து, உருக்கியே கண்ணுடிப் பொருள்கள் தயாராகின்றன. டெக்ட்டைட்டு என்பவைகளும் அதே போல பூமிக்கு வெளியே மிகச் சூடான நிலையில் தயாரான கண்ணுடிகளோ? டெக்ட்டைட்டுகள் சந்திரனிடமிருந்து வந்திருக்கலாமென்று ஹான்ஸ் ஸுவேஸ் கூறுகிருர். இது அசாதாரணமான கற்பனை. ஆனுல், உண்மையாக இருக்குமோ என்று நினைக்க வேண்டியிருக்கிறது. சந்திரனின் மேற்பரப்பை ஒரு பூதாகாரமான அண்டவெளிப்பாறை தாக்கும்பொழுதெல்லாம் உருகிய ஸிலிக்-கேட்டுக் கூட்டுப் பொருள்கள் தூவானம்போல் அண்டவெளியில் சிதறிப் பறக்கும். சந்திரனுக்கு வாயு மண்டலம் இல்லாததால் காற்றின் உராய்வோ, தடையோ இன்றி, இந்த உருகிய துளிகள் சந்திரனின் ஈர்ப்பை மீறிக்கொண்டு பூமியை வந்து அடைய முடியும். உண்மையோ, இல்லையோ தெரியாது. ஆனுல், இது

சாத்தியம் என்றுதான் தோன்றுகிறது. விந்தைதான். சந்திரனின் பள்ளங்களிலிருந்து நாலா பக்கமும் பரந்த மர்மக் "கிரணங்கள்" சற்றுப் பக்கவாட்டாகப் பாய்ந்து சந்திரனின்மீது விழுந்த கண்ணுடிப் பொருள்கள்தானே, என்னவோ? எனவே, இந்தக் "கிரணங்களை" உண்டாக்கும் பொருளை எடுத்து, பூமியில் காணும் டெக்ட்டைட்டுகள்தான அவை என்று ஆராய்ந்தால் மிகவும் சுவாரஸ்யமாக இருக்கும்.

3

கிரகங்களின் குடும்பம்

பூமியும் மற்ற கிரகங்களும்

இந்த நூலில் பூமியைப் பற்றித்தான் கூறப் போகிறோம். அதற்கு முன், சூரிய மண்டலத்தைச் சேர்ந்த மற்ற கிரகங்களைப் பற்றிக் கூறி, அவற்றின் பௌதிக இயல்புகளைப் பூமியின் இயல்புகளோடு ஒப்பிட்டுப் பார்ப்பது நல்லது. நம் பூமியை நன்கு அறிய இது உதவியாயிருக்கும். கொசு, யானை போன்ற பல பிராணிகளின் உடலமைப்பை ஆராய்ந்தால், மனித உடலைப் பற்றி உயிரியல் விஞ்ஞானிகள் இன்னும் நன்கு அறிந்துகொள்ள முடியும். அதைப்போலவேதான் இதுவும்.

பூமியோடு ஒப்பிட்டால், புதன் போன்ற சில கிரகங்கள் மிகச் சிறியவை. அவற்றின் ஈர்ப்புச் சக்தி மிகமிகச் சொற்பமானது. சுற்றியுள்ள வாயுப் படலத்தைக்கூட அவற்றால் இருத்திக்கொள்ள முடியவில்லை. அவ்வாயுப் படலங்கள், அந்தக் கிரகங்கள் தோன்றியவுடனேயே அண்டவெளியை நோக்கித் தப்பி ஓடிவிட்டன.

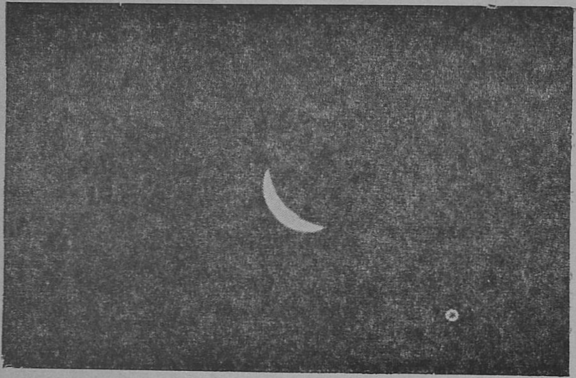
தப்பி ஓடும் மூலக்கூறுகள்

கிரகங்கள் தம் வாயு மண்டலங்களை எப்படி இழக்கின்றன? பொருளின் வாயுநிலைக்கும் அதன் திட - திரவ நிலைகளுக்கும் அடிப்படையான ஒரு வித்தியாசம் உண்டு. வாயுக் கூறுகள் யதேச்சையானவை. ஓயாமல் முன்னும் பின்னும் வளைந்து வளைந்து சுழன்று ஒன்றோடொன்று மோதிக்கொண்டேயிருக்கும். திட - திரவ நிலையிலோ, தனித் தனியாக உள்ள கூறுகள், சேர்ந்து இயக்கும் பல சக்திகளால் ஒன்றோடொன்று பிணைந்து, கட்டுண்டு கிடக்கின்றன.

ஒரு வாயுப் பொருளைச் சுற்றிலும் கெட்டியான சுவர்கள் ஏதும் இல்லாவிட்டால், அதன் கூறுகள் நாலா பக்கமும் பாய்ந்து, முடி வின்றி விரிந்து, போய்க்கொண்டே யிருக்கும்.

பூமியின் வாயுமண்டலத்தைச் சுற்றி, கண்ணுடி உறை எதுவு மில்லை. ஆனுலும், வாயுப் பொருள் முடிவின்றி விரியவில்லை. காரணம், அம்மாதிரியான விரிவைப் பூமியின் ஈர்ப்புச் சக்தி தடுக்கிறது. ஈர்ப்புச் சக்தியை மீறி மேலே போகும் காற்றுக் கூறுகள், வானில் சுடப்படும் துப்பாக்கிக் குண்டைப் போல, செங்குத்தாகச் செல்ல முடியாமல் வேகத்தை இழந்துவிடுகின்றன. ஆனல், பூமியின் ஈர்ப்பை முற்றிலும் மீறிச் செல்லும் அளவுக்கு ஒரு விசேஷத் துப்பாக்கியினுல் சுட்டால், அந்தக் குண்டு மேலே மேலே போய்க் கொண்டே இருக்கும். பூமிக்குத் திரும்பி வராது. பூமியின் ஈர்ப்பு வேகத்தைக் கணக்கிட்டுப் பார்த்தால், ஒரு விநாடிக்கு 7 மைல் வேகத்தில்செல்லும் ஒரு பொருள், ஈர்ப்புச் சக்தியை மீறிக்கொண்டு மேலே செல்ல முடியும். படிகளாக அமைந்த ராக்கெட்டுகளின் உதவியால், இது இன்று சாத்தியமாகிவிட்டது. குறிப்பிட்ட ஒவ்வொரு கிரகத்திற்கும், அதன் ஈர்ப்பைத் தப்பி ஓடும் வேகம் ஒன்று இருக்கிறது. இது ஓடும் பொருளின் அடர்த்தியைப் பொறுத்ததல்ல. ஒரு டன் பீரங்கியாயிருந்தாலும், காற்றின் நுண்ணிய கூருக இருந்தாலும், அவை தப்பி ஓட ஒரே தரமான வேகம்தான் வேண்டும். ஒரு பொருளின் ஓடும் சக்தியும், அதைப் பிடித்துக் கீழே இழுக்கும் ஈர்ப்புச் சக்தியும், அதன் அடர்த்திக்குத் தக்க படியே அமையும்.

வாயு மண்டலக் கூறுகள் பூமியிலிருந்து மேலே தப்பி ஓட முடியுமா என்று நிர்ணயிக்க, அவற்றின் வேகம் முதலில் தெரிய வேண்டும். வாயுக்கள் சூடேற ஏற, அவற்றின் கூறுகளின் வேகம் அதிகரிப்பதாகவும், கனமான தனிமங்களின் கூறுகளுக்கு வேகம் குறைவென்றும் பௌதிக இயல் கூறுகிறது. உதாரணமாக, நீர் உறையும் வெப்ப நிலையில் கூறுகள் பாயும் வேகம் ஒவ்வொரு வாயுவுக்கும் ஒரு மாதிரியாக உள்ளது. ஹைட்ரஜனின் வேகம் அந்த வெப்பத்தில் விநாடிக்கு 1·12 மைல். ஹீலியத்தின் வேகம் 0·81 மைல். நீராவியின் வேகம் 0·37 மைல். நைட்ரஜனின் வேகம் 0·31 மைல். ஆக்ஸிஜனின் வேகம் 0·28 மைல். கார்பன்-டை ஆக்ஸைடின் வேகம் 0·25 மைல். 100 டிகிரி சென்டிகிரேட் வெப்ப நிலையில் இந்த வேகம் பதினேழு சதவிகிதம் அதிகமாகிறது. 500 டிகிரி சென்டிகிரேடில் 68 சதவிகிதம் அதிகமாகிறது. பூமியின் ஈர்ப்பை மீறி ஒரு பொருள் தப்பி ஓட வேண்டுமானுல், விநாடிக்கு ஏழு மைல் வேகத்தில் அது பாயவேண்டும். அப்படிப் பார்த்தால்,

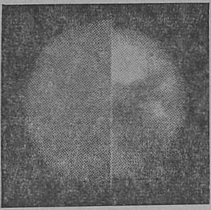
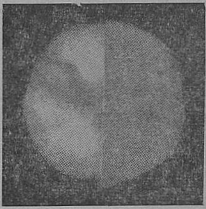


படம் : *13.* வெள்ளியின் (சுக்கிரனின்) ஒரு நிலை. இந்தக் கிரகத்தில் பகலில் வாயு மண்டலத்தை மிக அடர்ந்த மேகத்திரள்கள் மூடியுள்ளன. அந்தத் திரள் சூரிய ஒளியை நன்கு பிரதிபலிப்பதால், சுக்கிரன் மிகப் பிரகாசமாகக் காட்சி அளிக்கிறது. *(Courtesy of the Yerkes Observatory)*

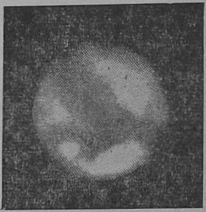
மேலே கூறிய வாயுக்கள் ஏதும் நம் வாயு மண்டலத்திலிருந்து தப்பி ஓட முடியாதவை என்றே நினைக்க வேண்டும்.

ஆனால், இந்த முடிவு சரியானதன்று. ஏனெனில், மேலே கூறிய மூலக்கூறு வேகங்கள் சராசரியாகக் கணக்கிடப்பட்டவை. அதாவது, பெரும்பாலான மூலக்கூறுகள் இந்த வேகங்களில் பாய்ந்தாலும், இன்னும் வேகமாகவோ, மெள்ளவோ, பாயும் மூலக்கூறுகளும் உண்டு. இப்படிப் பாயும் மூலக்கூறுகள் எத்தனை? ஜேம்ஸ் கிளார்க்கு மாக்ஸ்வெல் இதற்கு ஒரு விதி அமைத்திருக்கிறார். அதன்படி கணக்கிட்டால், பூமியிலிருந்து தப்பி ஓடக் கூடிய மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை மிகமிகமிகச் சொற்பம். எத்தனையோ கோடி கோடி கோடிப் பங்கில் ஒன்றுதான். ஆனால், தப்பி ஓடும் மூலக் கூறுகள் நிச்சயமாக இருக்கின்றன என்று தெரிகிறது. அவை தப்பி ஓடத்தான் செய்யும். அவை தப்பி ஓடிய பிறகு, மெதுவாக நகரும் மூலக்கூறுகள் அந்த இடத்தை வந்து அடைத்துக் கொள்ளும். தப்பி ஓடும் மூலக்கூறுகள் ஹைட்ரஜன் வாயுவில் அதிகம் (ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறின் சராசரி வேகமே அதிகம்); கார்பன்-டைஆக்ஸைடில் மிகக் குறைவு (கார்பன்-டைஆக்ஸைடின் சராசரி வேகமே மிகக் குறைவு).

இந்தத் தப்பி ஓடும் இயக்கத்தால் கிரகங்களின் வாயு மண்டலங்கள் வடிக்கட்டினாற் போல் ஆகின்றன. அதாவது, லேசான

படம் : 14-a. செவ்வாயின் இரு தோற்றங்கள். செவ்வாயின் ஒரு பாதியை அல்ட்டிரா - வயலெட் ஒளியால் எடுத்தது ஒரு புகைப் படம். இன்னொன்று இன்ஃப்ரா - ரெட் ஒளியால் படம் எடுத்த இன்னொரு பாதி. இன்ஃப்ரா - ரெட் கிரணங்களை வாயுமண்டலம் பட்டு எளிதில் பிரதிபலிக்கும். எனவே, இன்ஃப்ரா - ரெட் படத்தில் உள்ள பெரிய பாதி செவ்வாயின் வாயு மண்டலப் பரப்பை நன்கு காட்டுகிறது. *(Courtesy of the Lick Observatory)*



படம் : 14-b. அடுத்தடுத்து இரண்டு இரவுகளில் செவ்வாயின் தோற்றம். சில சமயம் செவ்வாயின் மேற்பரப்பில் மேகங்கள் சிறு சிறு வெள்ளைப் புள்ளிகளாகத் தோற்றும். ஆனால், அடுத்த இரவே அவை முற்றிலும் மறைந்துவிடும்.

வாயுக்கள் அநேகமாக முற்றிலும் தப்பி ஓடிய பிறகு, கன வாயுக்களே பெருமளவுக்குத் தங்கி நிற்கும். இம்மாதிரி எந்தக் கிரகமும் தன் வாயுமண்டலத்தை பெரும் கால அளவில் இழந்துவிடக்கூடும். ஆனால் நம்முடைய பிரச்னை அது அன்று. ஒரு குறிப்பிட்ட கிரகம் இப்போது வாயுமண்டலத்தை இழந்திருந்தால், எந்தக் கால அளவுக்குள் அப்படி இழந்திருக்க முடியும் என்பதுதான் நாம் ஆராய வேண்டிய செய்தி.

கிரகங்களிலும் துணைக்கோள்களிலும் வாயுமண்டலங்கள்

பூமி தோன்றி 500 கோடி ஆண்டுகளாகிவிட்டன. இந்தக் காலத்திற்குள் தன் வாயுமண்டலத்தில் உள்ள ஹைட்ரஜன்,

ஹீலியம் வாயுக்களில் பெரும் அளவை அது இழந்திருக்க வேண்டும் என்று கணக்கு மூலம் அறிய முடிகிறது. நைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன், நீராவி, கார்பன்-டைஆக்ஸைட் போன்ற கனத்துகள்கள் ஏராள அளவில் பூமியில் தங்கியிருக்க வேண்டும். நம் வாயு மண்டலத் தில் ஹைட்ரஜன் கிட்டத்தட்ட இல்லாமலே போனதற்குக் காரணம் இப்போது நமக்குப் புரிகிறது. நீரிலும், வேறு சில ரசாயனக் கூட் டுப் பொருள்களிலும்தான் ஹைட்ரஜன் இங்கு காணப்படுகிறது. ஜடவாயுவான ஹீலியமும் நம் பூமியில் மிகமிக அரிது. எந்த ரசா யனக் கூட்டுப் பொருளிலும் அது இல்லை என்றே கூறிவிடலாம். ஆனால் சூரியனிலும், மற்ற நட்சத்திரங்களிலும், நட்சத்திரங்களுக் கிடையேயுள்ள முகில் போன்ற படலங்களிலும், அது நிறைந்து காணப்படுகிறது.

சுக்கிரன், பூமிக்கு அடுத்துள்ள சிறிய கிரகம். அதன் ஈர்ப்பி லிருந்து தப்பி ஓட, விநாடிக்கு 6·7 மைல் வேகம் வேண்டும்—அதா வது, பூமிக்கு உள்ளதைவிடச் சற்றே குறைந்தது. எனவே, சுக்கிர னில் வாயுமண்டலமும் (நமது வாயுமண்டலத்தைவிட அது சற்று லேசாக இருக்கலாம்), ஏராளமாக நீரும் இருக்குமென்று நாம் எதிர்பார்க்கலாம். சுக்கிரன் நம்மைவிட சூரியனுக்கு அருகே இருக் கிறது. சூரிய வெப்பம் அங்கு மிகவும் அதிகமாக இருக்கும். அத னால் அங்குள்ள நீர் எல்லாம் ஆவியும் முகிலுமாகத்தான் இருக் கும். இந்த வெண்முகில்ப் போர்வையின்மீது சூரிய கிரணம் பட்டு, பளீர் என்று ஒளி வீசுகிறது. கிரகங்களுக்குள்ளேயே மிகவும் பிரகாசமானது சுக்கிரன். அதனால்தான் அதை ‘வெள்ளி’ என்று சொல்லுகிறோம். 13-ஆம் படத்தைப் பாருங்கள்.

அடுத்த சிறிய கிரகம் செவ்வாய் (படம் : 14). அதன் ஈர்ப்பைத் தப்பி ஓட, விநாடிக்கு 2·1 மைல் வேகம் தேவை. எனவே, அங்கு வாயுமண்டலம் நம்மதைவிட மிகமிக மெலிந்தே இருக்க வேண் டும். நேர்முகமான ஆராய்ச்சிகள் இதை உறுதிப்படுத்துகின்றன. 14-a படத்தில் உள்ள செவ்வாயின் இரண்டு புகைப்படங்களைப் பாருங்கள். செவ்வாயின் ஒரு பாதியை அல்ட்டிரா-வயலெட்டு ஒளி யாலும், இன்னொரு பாதியை இன்ஃப்ரா-ரெட் ஒளியாலும், படம் பிடித்திருக்கிறார்கள். அல்ட்டிரா-வயலெட்டுக் கதிர்கள் வாயுமண்ட லத்தால் மிகவும் சிதறப்படும். எனவே, அந்தப் பாதியில் கிரகத் தின் நிலப்பரப்பு விவரமாகத் தெரியவில்லை. செவ்வாயின் வாயு மண்டலம்தான் புகைப்படத்தில் தெரிகிறது என்றே தோன்று கிறது. இன்னொரு பாதியோடு இந்தப் பகுதியை ஒப்பிட்டுப் பாருங் கள். இன்ஃப்ரா - ரெட் ஒளியால் எடுக்கப்பட்ட அந்தப் படம் வாயு மண்டலத்தால் பாதிக்கப்படாமல் நன்கு புலனாகிறது. வாயுமண்ட

லத்தின் பரப்பைக்கூட நம்மால் காண முடிகிறது. செவ்வாயில் வாயுமண்டலம் இருப்பதற்கு இன்னொரு சான்றும் உண்டு. செவ்வாயின் மேற்பரப்பில் வெள்ளைப் புள்ளிகளாக மேகத்துகள்கள் காணப்படுகின்றன. ஆனால், இந்த மேகங்கள், பூமியிலிருப்பது போல, அவ்வளவு அதிகமாக இல்லை. அதனால் அவற்றில் நீர் அதிகம் இல்லையென்று முடிவுசெய்ய வேண்டியிருக்கிறது. செவ்வாயில் திரவ வடிவில் நீர் இருப்பது நிச்சயம் என்றே தெரிகிறது. ஆனால், பூமியில் உள்ளதைப்போல, பெருங்கடல்கள் இல்லை. இருப்பதெல்லாம் பரந்த சதுப்பு நிலங்களும் ஆழமற்ற ஏரிகளுமே.

செவ்வாயின் மேற்பரப்பை ஆராய்ந்த ஜோவான்னி ஸ்கியாபாரெல்லி என்ற இத்தாலிய வானியல் அறிஞர், அங்கு நீண்ட நேர் கோடுகளைப் போன்ற எவையோ சில குறுக்கே தெரிவதைக் கண்டார். பெர்ஸிவல் லாவல் என்னும் அமெரிக்க வானியல் அறிஞர் 'செவ்வாயிலுள்ள என்ஜினீயர்கள் கட்டிய கால்வாய்களே அவை' என்று சொல்லக் கிளம்பிவிட்டார். ஆனால், சமீபத்தில் நடந்த ஆராய்ச்சிகள் — இந்தக் கால்வாய்கள் நம் கண்ணை ஏமாற்றும் வெறும் தோற்றங்களே என்ற முடிவுக்கு வந்துள்ளன. அதைப் பற்றிப் பின்பு பார்ப்போம்.

புதனின் அடர்த்தி பூமியின் அடர்த்தியில் 25-ல் ஒரு பங்குதான். அதன் ஈர்ப்பை மீறி ஓட விநாடிக்கு 2·1 மைல் வேகம்தான் தேவை. மிகச் சிறிய கிரகமாதலால், அது குளிர்ந்தபோது — அதாவது, அதன் உடலிலிருந்து வாயுக்கள் கிளம்பிச் சென்ற கையோடு — அதன் நீரும் வற்றியிருக்கும் என்றே தோன்றுகிறது.

சந்திரனின் நிலையும் அதேதான்; அங்கு ஈர்ப்பை மீறும் வேகம் விநாடிக்கு $1\frac{1}{2}$ மைல்தான். மற்ற துணைக்கோள்களும் ஆஸ்டிராய்டுகள் அனைத்தும், இந்த ரகத்தைச் சேர்ந்தவையே. ஈராஸ் என்ற ஆஸ்டிராய்டின் ஈர்ப்புச் சக்தி மிகமிகக் குறைவானது. அங்கிருந்து ஒரு கல்லை வீசி எறிந்தால், அது விண்வெளியில் பறந்து மறைந்துவிடும். திரும்பியே வராது!

வியாழன், சனி, யூரனஸ், நெப்ட்டியூன் ஆகிய கிரகங்களின் ஈர்ப்பை மீற முறையே விநாடிக்கு 38, 23, 13, 13.6 மைல் வேகமே தேவை. இந்தக் கிரகங்களில் உள்ள நிலைமையே வேறு. ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன், நீர், கார்பன்-டைஆக்ஸைட் மட்டுமின்றி, ஹைட்ரஜனும் ஹீலியமும்கூட இந்த பிரம்மாண்டமான கோளங்களில் நிறைந்து தங்கியிருக்கின்றன.

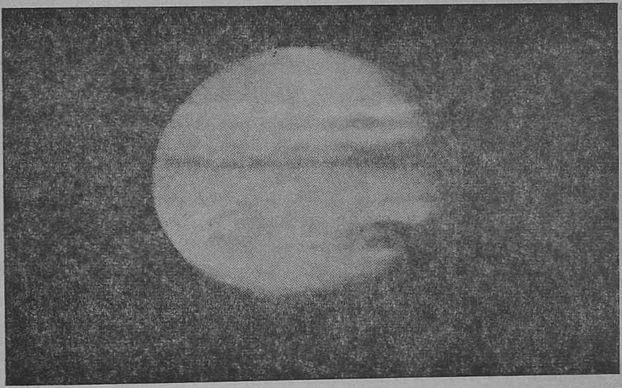
சூரியனிடத்தில் ஆக்ஸிஜனைவிட ஹைட்ரஜனே அதிகம். அதேபோல இந்த கிரகங்களிலும் அவை அதிகமாக இருக்கின்றன.

அங்கேயுள்ள ஆக்ஸிஜன் அத்தனையும் நீரில் கலந்தே இருக்கும். வாயுமண்டலத்தில் ஆக்ஸிஜனே இராது. பெரும்பாலும் நைட்ரஜனும் ஹைட்ரஜனும் ஹீலியமுமே அந்த வாயுமண்டலங்களில் இருக்கும். ஹைட்ரஜன் ஏராளமாக இருப்பதால், கார்பனோடும் நைட்ரஜனோடும்சேர்ந்து மெத்தேன் விஷவாயுவும், ஆவியாகமாறும் அம்மோனியக்கூட்டுப் பொருள்களும் தோன்றி, வாயுமண்டலத்தில் அடர்ந்து நிறைந்திருக்கும். இந்தப் பெரிய கிரகங்களின்மீது விழுந்து பிரதிபலிக்கப்பட்ட சூரிய ஒளியை ஆராய்ந்ததில், இந்த வாயுக்கள் சூரிய ஒளியை உறிஞ்சியிருப்பது தெரிகிறது. ஆனல், ஸ்பெக்ட்டிரோஸ்க்கோப்புக் கருவியின் மூலமாகக்கண்டு ஆராய்ந்ததில், நீராவி இருப்பதாகத் தெரியவில்லே. இந்த வாயுமண்டலங்களில் நீராவி இருக்கவேண்டும். ஏன் இல்லே? சூரியனிடமிருந்து இந்த கிரகங்கள் வெகு தொலேவில் இருப்பதால், அவற்றின் மேற்பரப்பில் உறைக்கும் வெப்பத்தின்அளவுமிகமிகக்குறைவு. எனவே, அங்குள்ள நீர் எல்லாம் பனிக்கட்டியும், பனிப் பாறையுமாக இறுகி விட்டிருக்கிறது.

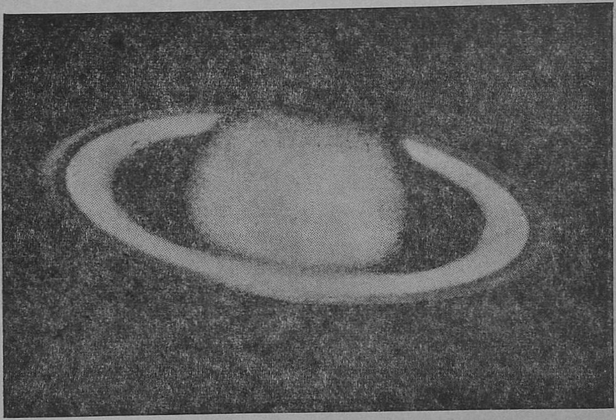
15, 16-ஆம் படங்கள் வியாழன், சனி கிரகங்களின் புகைப் படங்கள். மேலே காணும் வரிபோன்ற கோடுகள் வாயுமண்டலத்தில் ஏற்பட்டவை. இந்தக் கிரகங்களின் மேலோடுகள் நம் கண்ணுக்குப் புலப்படுவதில்லே. கனமானவையும், ஊடே பார்வையைப் புகவிடாதவையுமான வாயுப்படலங்கள் இந்த கிரகங்களேச் சுற்றிப் போர்த்தியிருக்கின்றன.

கிரகங்களில் உயிர்கள் வாழமுடியுமா ?

இந்தக் கேள்வியில் ஒரு சங்கடம் இருக்கிறது. உயிர் என்றல் என்ன என்று நமக்குத் தெரியாது. நாம் பார்க்கும் உயிர்களேத் தவிர, வேறு என்ன வகையான உயிர் வடிவங்கள் இருக்கமுடியும் என்றும் நமக்குத் தெரியாது. பாறைகள் உருகும் வெப்ப நிலேயிலும் (1800 டிகிரி ஃபாரன்ஹைட்டு) முழு பூஜ்ய அளவு என்ற கடுங் குளிரிலும் (– 459·6 டிகிரி ஃபாரன்ஹைட்டு), உயிர்ப்பொருள் எந்த வகையிலும் வாழவே முடியாது. இந்த வெப்பத்திலும் குளிரிலும் பொருள்கள் எதற்கும் கட்டுப்பட்டு வரமாட்டா. பூமியிலுள்ள சாதாரண உயிர்வடிவங்களே மட்டும் எடுத்துக்கொள்ளலாம். உயிர்களின் அமைப்பில் மிகமிக முக்கியமானது நீர். அந்த நீர் எந்த வெப்ப அளவுகளில் திரவ வடிவில் இருக்குமோ, அந்த அளவுகள் தான் உயிர்கள் வாழ்வதற்கு ஏற்றவை. சில நுண்ணுயிர்கள்(பாக்ட்டீரியா) கொதிக்கும் நீரைக்கூடச் சிறிதுகாலம் தாங்கிக்கொண்டு நிற்கும். துருவப் பிரதேசத்துக் கரடிகளும், எஸ்க்கிமோக்களும், நிரந்தரமாகப் பனியும் பனி வீச்சும் நிறைந்த பகுதிகளில்



படம் : 15. வியாழனின் புகைப்படம். பக்க வாட்டாகத் தெரியும் கோடுகள் வாயு மண்டலத்தால் ஏற்பட்டவை. இந்த கிரகத்தின் மேற்பரப்பு தெரிந்ததே கிடையாது. *(Courtesy of the Mount Wilson Observatory)*



படம் : 16. சனியின் புகைப்படம். இதில் வியாழனில் தெரிவது போலவே, வாயு மண்டல அடுக்குகள் கோடுகளைப் போல் தெரிகின்றன. சனியைச் சுற்றி ஏராளமான சிறு துகள்கள் சுழல்வதுதான் வளையங்களாகத் தெரிகின்றன. *(Courtesy of the Mount Wilson Observatory)*

வாழ்வதைக் காண்கிருேம். ஆனல், கொதிக்கும் நீரில் நுண்ணுயிர் வெகுநேரம் பிழைத்திராது. துருவக் கரடிகளும், எஸ்க்கிமோக்களும், வாழ்க்கையில் மிகவும் முன்னேற்றம் பெற்ற உயிர்கள். கம்பளிகளாலும், உடலுக்குள்ளேயே இயற்கையாக உண்டாகும் கணப்பாலும், அவை குளிரை எதிர்த்து, சூடு தேடிக்கொள்ள முடிகிறது. முதன் முதலில் தோன்றிய எளிய உயிர்கள் வளர்ந்ததைக் கவனிக்கும்பொழுது, கடல்கள் எக்காலும் கொதித்தோ, உறைந்தோ இருந்திருந்தால், எவ்வித உயிரும் பூமியில் தோன்றி வளர்ந்திருக்கமுடியாது என்ற முடிவுக்கு வரவேண்டியிருக்கிறது.

உயிருள்ள ஸெல்லில் ஆதாரமான பொருள் சாதாரணமாகக் கார்பன்தான். ஆனல், அதுபோல ஸிலிக்கன் ஒர் உயிருள்ள ஸெல்லின் அடிப்படைப் பொருளாக இருக்கவும்கூடும். அப்படி அமைந்த ஸெல் அதிவெப்ப நிலேகளேக்கூடச் சமாளித்து நிற்கும். அதேபோல ஏதேனும் ஒருவகை உயிர் அமைப்பில் நீருக்குப் பதில் ஆல்க்கஹால் இருப்பதாக வைத்துக்கொள்ளலாம். அப்போது கடுங்குளிரிலும் அந்த உயிர் விறைத்து உறையாமலிருக்கும். அந்த மாதிரியான உயிர்வகைகள் சாத்தியமா? சாத்தியமாஞல், அத்தகைய ஆல்க்கஹால் பிராணிகளும் தாவரங்களும் ஏன் நம் துருவப் பிரதேசங்களில் இல்லே? பீறி அடிக்கும் வெந்நீர் ஊற்றுக்களில் ஏன் "ஸிலிக்கன்" உயிர்கள் இல்லே? இவற்றையெல்லாம் பார்க்கும்பொழுது, உயிர்கள் வாழத் தகுத்த சூழ்நிலே பிரபஞ்சம் எங்கும் ஒரேமாதிரியாகத்தான் இருக்கவேண்டும் என்று தோன்றுகிறது. அதாவது, பூமியில் உள்ள சூழ்நிலே இருந்தால்தான் உயிர்கள் தோன்றுவதும் வளர்வதும் முடியும். இந்தக் கொள்கையின் அடிப்படையில், சூரிய மண்டலத்திலுள்ள மற்ற கிரகங்களில் உயிர்கள் வாழும் சூழ்நிலே இருக்கிறதா என்று பார்ப்போம்.

மிகத் தொலேவில் உள்ள வியாழன், சனி போன்ற மாபெரும் கிரகங்களில் உயிர்கள் வாழ எந்த வாய்ப்பும் இருப்பதாகத் தெரியவில்லே. அவை மிகமிகக் குளிர்ச்சியானவை. விஷ வாயுக்கள் நிறைந்த அந்த வாயு மண்டலங்களில் ஆக்ஸிஜனே, கார்பன்-டைஆக்ஸைடோ, ஈரமோ இல்லே.

அருகேயுள்ள சிறிய கிரகங்களில் புதனுக்கு நீரும் காற்றும் கிடையாது. மேலும், சூரியனுக்கு மிக அருகில் இருப்பதால், அதன் மீது பகலில் விழும் சூரிய வெப்பம் ஈயத்தைக்கூட உருக்கிவிடும். புதன் கோளத்தில் ஒரே ஒரு பாதிக்குத்தான் பகல் உண்டு. வெகு காலத்திற்குமுன் சூரிய ஈர்ப்பு உண்டாக்கிய ஏற்றங்களின் பயனுக இந்தக் கிரகத்தின் சுழற்சி வேகம் குறைந்து, அதன் ஒரு பாதி மட்டுமே சூரியனேப் பார்க்கும்படி ஆகிவிட்டது. புதனின் இன்னெரு

புறத்தில் எப்போதும் இரவுதான். அங்குள்ள வெப்பநிலை - நீர் பனியாக உறைந்துவிடும் நிலையாகும். உறைவதற்கு அங்கு நீரும் கிடையாது. எனவே, புதனில் உயிர்கள் வாழவே முடியாது.

நாம் கவனிக்க வேண்டியவை இன்னும் இரண்டே இரண்டு கிரகங்கள்தாம். இரண்டும் நமக்கு அண்டை வீடுகள். நமக்கு ஒரு புறம் வெள்ளியும், இன்னொருபுறம் செவ்வாயும் உள்ளன. பூமியில் உள்ளதுபோலவே, இவை இரண்டிலும் வாயு மண்டலங்களும் போதிய நீரும் இருக்கின்றன.

மேற்பரப்பில் பூமியைவிடச் சுக்கிரன் சற்று வெப்பமாகவும், செவ்வாய் சற்றுக் குளிர்ச்சியாகவும் இருக்கும். சுக்கிரன்மீது நிரந்தரமாக முகிற்படலம் அடர்ந்து காணப்படுவதால், அதன் கீழேயுள்ள நிலத்தின் வெப்பநிலையைக் கணக்கிடுவது எளிதன்று. ஆனால், பூமியின் வெப்ப மண்டலங்களைவிட மோசமான உஷ்ணமும் ஈரக்காற்றும் சுக்கிரனின்மீது இருக்கும் என்று நினைக்கத் தேவையில்லை. அடக்கமான பெண்ணைப்போல, சுக்கிரன் முகத் திரையை இருளில்தான் விலக்குகிறது. எனவே, அது சுழல்வதைக் கண்ணால் கண்டு குறிப்பாகத் தகவல் ஏதும் தெரிந்துகொள்வது சிரமம். சமீபத்தில் ரேடார்களின் உதவியினால் கணக்கிட்ட பொழுது, சுக்கிரன் தன்னைத்தானே ஒருமுறை சுற்றிக்கொள்ள 225 நாட்கள் ஆகும் என்பது தெரிந்தது. சூரியனை அது ஒரு முறை சுற்றிவரவும் அதே காலந்தான் ஆகிறது. அப்படியானால், அங்கு இரவு பகல் மாறிமாறி வருவது சாத்தியமில்லை. சுக்கிரனின் ஒரு பாதி ஒருபோதுமே சூரியனைப் பாராமல், எப்போதும் இருளாகவே இருக்கும். நம் ஆராய்ச்சிக்கு இது ஸ்வாரஸ்யமாக இல்லை. ஆனாலும், அங்கு ஏதோ ஒருவகை உயிர்வாழ்க்கை சாத்தியம் என்று ஊகிக்கலாம்.

சுக்கிரனில் உண்மையாகவே உயிர்கள் வாழ்கின்றனவா என்பது வேறு பிரச்னை. இந்தக் கேள்விக்கு விடையே காண முடியவில்லை. ஏனெனில், அதன் மேற்பரப்பை யாருமே பார்த்ததில்லை. ஆனால், அதன் வாயு மண்டலத்தை ஸ்பெக்ட்டிரோஸ்கோப்பின் மூலம் ஆராய்ந்தால், உயிருள்ள ஸெல்களைப்பற்றிய தகவல் கிடைக்கலாம். ஒரு கிரகத்தின் மேற்பரப்பில் தாவர உயிர்கள் ஏதாவது இருந்தால், அதன் வாயுமண்டலத்தில் ஆக்ஸிஜன் பார்க்குமளவுக்குக் குவிந்து காணப்படும். ஏனெனில், தாவரங்கள் காற்றில் உள்ள கார்பன்-டைஆக்ஸைடை வாங்கிப் பிரித்து, கார்பனை உட்கொண்டு ஆக்ஸிஜனை வெளியே விட்டுவிடும். பூமியின் வாயுமண்டலத்தில் உள்ள ஆக்ஸிஜன் ஒருக்கால் தாவரங்கள் வெளிவிட்டதுதானோ என்னவோ? பூமியில் ஏதாவது ஆபத்து விளைந்து வயல்களும் காடு

களும் அற்றுப்போகுமானல், வாயுமண்டலத்தில் உள்ள ஆக்ஸிஜன் ஏதாவது ஆக்ஸிடேஷன் (ஆக்ஸிஜன் பயன்பட்டுத் தீர்ந்துபோகும் நிகழ்ச்சி) நிகழ்ச்சியில் செலவாகி, மறைந்துவிடும். ஸ்பெக்ட்டிரோஸ்கோப்பு ஆராய்ச்சிகளில், சுக்கிரனில் ஆக்ஸிஜன் தனித்திருப்பதாகத் தெரியவில்லை. நம் வாயுமண்டலத்தில் உள்ளதில் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்காவது ஆக்ஸிஜன் சுக்கிரனில் இருப்பதாக விஞ்ஞானிகள் காட்டமுடியும். ஆனல், அந்தக்கருவி காட்டவில்லை. எனவே, சுக்கிரனின் மேற்பரப்பில் பரந்த தாவர வாழ்க்கை இராது என்னும் முடிவுக்கே வரவேண்டியிருக்கிறது. தாவரங்கள் இல்லாவிட்டால், பிராணிகள் இருப்பதும் சாத்தியமில்லை. பிராணிகள் ஒன்றையொன்றையே தின்று வாழ முடியாது. மேலும், அந்தப் பிராணிகள் மூச்சுவிட, ஆக்ஸிஜனும் அங்கு இல்லை.

எனவே, சாதகமான சூழ்நிலையிருந்தும், ஏதோ காரணத்தால் சுக்கிரனில் உயிர்கள் தோன்றவில்லை என்று தீர்மானிக்க வேண்டும். பகலாகவேயுள்ள சுக்கிரனின் பகுதியில் அடர்ந்த முகிற் கூட்டங்கள் இருப்பதால், சூரியனின் கதிர்கள் ஊடே புக முடியவில்லையோ என்னவோ? தாவரங்கள் வளர வேண்டுமானல், போதிய வெயில் தேவை அல்லவா?

1962 ஆகஸ்டு மாதம் 27-ந் தேதியன்று சுக்கிரனை நோக்கி 'மாரினர் — 2' என்ற அண்டவெளி ஆராய்ச்சிக் கப்பலை ஐக்கிய அமெரிக்க நாடு அனுப்பிற்று. அட்லாஸ்-அஜீனு ராக்கெட்டால் உந்தப்பட்டு, அது பறந்தது. 1962-ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் 14-ந்தேதி அது சுக்கிரனை அடைய வேண்டும் என்பது திட்டம். மாரினர் 2-ன் எடை 447 ராத்தல். ராக்கெட்டு உந்தும்பொழுது, அதன் குறுக்களவு 5 அடி, உயரம் சுமார் 10 அடி. அண்டவெளியை அடைந்ததும், அதன் சூரியத் தகடுகளும் ஏரியல்களும் விரிந்து கொண்டன. அப்போது அதன் குறுக்களவு 16½ அடி. உயரம் 12 அடி. இறக்கை போன்ற சூரியத் தகடுகளில் (அண்டவெளியில் காற்றில்லையாதலால் இறக்கை தேவையில்லை.) 9800 போட்டோ ஸெல்கள் இருந்தன. அந்த ஸெல்கள் 27 சதுர அடி இடத்தை அடைத்துக்கொண்டிருந்தன. இந்த ஸெல்கள் சூரியக் கதிர்களை உள்வாங்கி, அந்தச் சக்தியை 148 முதல் 222 வாட்டுகள் வரை மாறுபடும் மின்சார சக்தியாக மாற்றும். எத்தனை வாட்டுகள் என்பது சூரியன் இருக்கும் திக்கைப் பொறுத்தது. சூரியன் அண்டவெளியில் அஸ்தமிப்பதில்லை. இந்த மாரினரில் ரேடியோ அமைப்பும் இருந்தது. (1) செல்லும் போக்கு மாறவேண்டும் என்று பூமியிலிருந்து வரும் கட்டளைகளை வாங்கவும், (2) தன் பயணத்தில் கண்ட தகவல்களை பூமிக்கு அனுப்பவும், அந்த ரேடியோ அமைப்பு உதவிற்று.

இந்த நீண்ட பயணத்தில் - முக்கியமாகச் சுக்கிரனுக்கு மிக அருகில் போகும்போது (டிசம்பர் பதினுலு) — பல தகவல்களேச் சேகரிக்குமாறு விதவிதமான விசைகளே அதில் பொருத்தியிருந்தார்கள். டிசம்பர் 14ந்தேதியன்று, அது சுக்கிரனுக்கு 20,900 மைல் தூரத்தில் பறந்தது. பூமியின் குறுக்களவைப்போல் இது $2\frac{1}{2}$ மடங்கு சுக்கிரனின் வாயுமண்டல இயல்புகள்பற்றி நுண்ணலே இன்ஃப்ரா-ரெட் ரேடியோக் கருவிகள் பல அரிய செய்திகளே அனுப்பின. சுக்கிரனின் காந்தவெளியையும், அண்டவெளியில் உள்ள காந்தவெளிகளேயும் காந்தம் அளக்கும் ஓர் கருவி அளந்து செய்திகளே அனுப்பிற்று. பெரும் சக்திகொண்ட காஸ்மிக் கதிர்களின் அளவையும், சூரியனிலிருந்து வரும் குறைந்த சக்தியுள்ள கதிர்த்துகள்களேயும் அளக்கும் கருவிகளும் அதில் இருந்தன. ஐந்து அங்குல நீளம் பத்து அங்குல அகலம் அளவில் ஓர் ஒலிக்கும் பெட்டியும் அதில் இருந்தது. ஒரு நுட்பமான மைக்கிரோஃபோனேடு அது இணைக்கப்பட்டிருந்தது. கிரகங்களுக்கு இடையேயும் நட்சத்திரங்களுக்கு இடையேயும் அண்டவெளியில் பாய்ந்துகொண்டிருக்கும் அண்டவெளித் தூசித்துகள்கள் மோதுவதை அது ஒலிப்பதிவு செய்து அனுப்பிற்று.

வெள்ளிக் கிரகத்தை காதல் தேவதை என்று கூறுவது மேல்நாட்டு இலக்கிய மரபு. மாரினர் - 2 அந்தத் தேவதையைச் சந்தித்த சம்பிரமம்தான் என்ன?

வெள்ளியின் அருகே போகும்பொழுது, மாரினர் - 2 அனுப்பிய பல செய்திகளே முதலில் ஆராய்ந்ததில், அந்தக் கிரகத்தின் காந்தவெளியைப்பற்றிப் பல முக்கியமான முடிவுகள் எழுந்துள்ளன. நம் பூமியைச் சுற்றி இருப்பதுபோல எவ்விதக் காந்த வெளியும் சுக்கிரனேச் சுற்றி இருப்பதாக தெரியவில்லே. நம்முடைய பூமிக்குள்ள காந்த சக்தி பூமியிலேயே உண்டாவது என்ற கொள்கைக்கு இது ஆதரவு அளிக்கிறது. பூமியில் உள் மையத்தில் இருப்பது இரும்பு. பூமி, வெகு வேகமாக தன் அச்சைச் சுற்றிச் சுழல்வதால், இந்த இரும்பில் ஓர் இயக்கம் தோன்றி, பூமிக்கு ஒரு காந்தவெளி ஏற்பட்டுள்ளது. பூமியைவிட 225 பங்கு குறைந்த வேகத்தில்தான் சுக்கிரன் தன்னேத்தானே சுற்றிக்கொள்கிறது. எனவே, சுழற்சி வேகம், நடுமையத்தில் காந்தம் ஏற்படும் இயக்கம், காந்தவெளி - இந்த ஒன்றும் சுக்கிரனுக்கு இல்லே.

காந்தவெளி இல்லாதபோது, பூமிக்கு இருப்பதுபோல, ஒரு 'வான்-ஆலன் வளேயம்' அங்கு இராது. பூமியைச் சுற்றியுள்ள வான்-ஆலன் வளேயத்தில் மின்னேற்றம் கொண்ட துகள்கள் பூமியின் காந்தப் பரப்பால் ஈர்க்கப்பட்டுச் சேர்கின்றன. துகள்

புகுந்ததைக் கண்டுபிடிக்கும் கருவி ஒன்று மாரினர் - 2ல் இருந்தது. அந்தக் கருவி சுக்கிரனைச்சுற்றி அப்படிப்பட்ட ஒரு வளையம் இருப்பதாகக் காட்டவேயில்லை. திசைகாட்டும் கருவி கிடையாது; வான்-ஆலன் வளையமும் கிடையாது; துருவ ஒளியும்கூடக் கிடையாது; இவற்றுள் ஒன்றுமே வெள்ளியில் கிடையாது. என்ன காதல் தெய்வமோ! பாவம்!

செவ்வாயின் வறட்சி

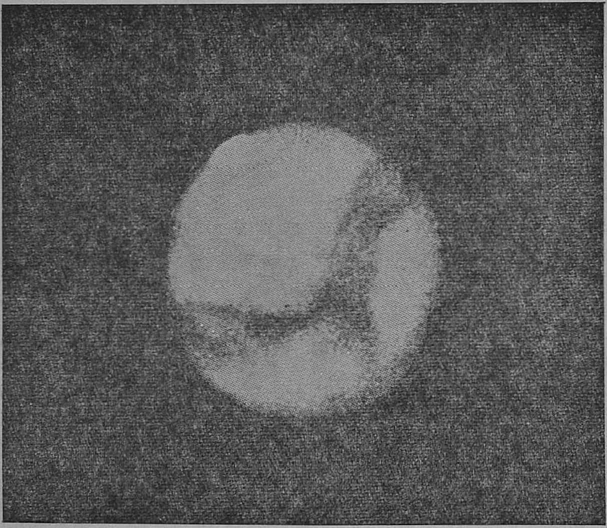
விண்வெளியில் நமக்கு வெளிப்புற சூரியனைச் சுற்றிவரும் செவ்வாயின் மேற்பரப்பு ஒன்றைத்தான் விரிவாக ஆராயமுடிகிறது. அதனுல்தான் மற்ற கிரகங்களைவிட அதைப்பற்றி அதிகமாகத் தெரிந்திருக்கிறது. பூமியிடம் மிக நெருங்கி வரும்பொழுது, செவ்வாய் 34,797,000 மைல் தூரத்தில்தான் இருக்கிறது. அப்போது அதன் வாயு மண்டலம் தெளிவாக, ஊடே பார்க்கும்படி இருக்கிறது. எங்கோ, எப்பொழுதோதான் மேகங்கள் தெரியும். அதன் வாயுமண்டலத்தை ஸ்ப்பெக்ட்டிரோஸ்கோப்புக் கருவியின் மூலம் ஆராய்ந்ததில், தனியாக உள்ள ஆக்ஸிஜனும் ஈரமும் சொற்பமாகத்தான் அங்கு இருப்பதாகத் தெரிந்தது.

செவ்வாயின் ஈர்ப்பை மீற விநாடிக்கு 3·1 மைல் வேகமே போதும். எனவே, அதன் வாயு மண்டலம் நம்முடையதைவிட மிகமிக மெலிந்திருக்கும். அங்குள்ள வாயு அமுக்கமும் பூமியின் வாயு அமுக்கத்தில் பத்தில் ஒரு பங்குதான். பூமியில் மிக அதிக உயரங்களில் பறக்கும் விமானிக்கு என்னென்ன அமுக்க மாறுதல்கள் உண்டாகுமோ, அதே அனுபவம்தான் இங்கிருந்து செவ்வாய்க்குப் போகும் அண்ட வெளிப் பிரயாணிக்கும் கிடைக்கும். தோன்றிய சில காலத்திற்கெல்லாம் செவ்வாய் தன் நீர்வளத்தில் பெரும்பான்மையையும் இழந்திருக்கவேண்டும். அந்தக் கிரகத்தின் சீதோஷ்ண நிலை மிகவும் வறண்டிருக்கிறது.

தொலை நோக்கியின் மூலம் பார்த்தால், செவ்வாயின் மேற்பரப்பு கரடுமுரடாக இல்லை. பூமியில் காண்பதுபோல மலைத்தொடர்கள் அங்கு இல்லை. (இருந்தால், அங்கு சூரியன் அஸ்தமிக்கும்பொழுது நீண்ட நிழல்கள் விழுவது தெரிந்திருக்கும்). ஆனுல், ஒரு குறிப்பிட்ட வகையான நில அமைப்பு அங்கே இருப்பது சில நிரந்தர அடையாளங்களால் தெரியவருகிறது. அந்த மேற்பரப்பில் அரையே அரைக்கால் ($\frac{5}{8}$) பகுதி சிவப்பு, அல்லது ஆரஞ்சு நிறமாக இருக்கிறது. இந்த சிவப்பு நிறத்தைக் கண்டுதான் செவ்வாய் கிரகத்தைப் போர்க்கடவுள் என்று நம்முடைய முன்னேர்கள் நம்பலானுர்கள். இந்த நிறம் மாறுவதேயில்லை.

இந்தப் பகுதியனைத்தும் தாவரமே இல்லாத - வெறும் பாறை அல்லது மணற்பரப்பு என்று நிச்சயமாகக் கூறலாம். எஞ்சிய காலே அரைக்கால் பகுதி, நீலம் கலந்த சாம்பல் நிறமாகவோ பசுமையாகவோ காணப்படுகிறது. நம் பூமியில் உள்ள கடற் பகுதியைப் போன்ற நீர்ப்பகுதியென்று இதையும் முன்பெல்லாம் எண்ணிவந்தார்கள். அதனாலேயே இந்தப் பகுதிகளுக்கு மாரீ-ஸிரேனம், ஸைனஸ் மார்கரிட்டிஃபர் என்றெல்லாம் பெயரிட்டிருக் கிறார்கள். ஆனால், இந்த இருண்ட பகுதிகள் நீர்ப்பரப்புகளல்ல. அப்படி இருந்தால் எங்கும் ஒரே வகை நிறமாக இருக்கும். சாதக மான சூழ்நிலையில் சூரியகிரணங்களை பளிச்சென்று பிரதிபலிக்கும். எனவே, இந்த நீல - பச்சைப் பகுதிகள் தாவரங்கள் வளர்ந்திருப் பதையே குறிக்கின்றன என்று சொல்லலாம். பருவத்திற்குப் பருவம் இவை நிறம் மாறுவது, இந்தக் கருத்தை ஊர்ஜிதப்படுத்து கிறது. இந்த கிரகத்தின் வசந்த காலத்தில் பசுமை மிகவும் அதிக மாகத் தெரிகிறது. குளிர்காலம் நெருங்க நெருங்க, அந்த நிறம் சிறிது சிறிதாக மறைந்து, மஞ்சள் பழுப்பாக மாறுகிறது. நம் முடைய பூமியின் மீதுள்ளதுபோல், தாவரம் அங்கு இல்லாவிடில் இந்த நிறமாற்றங்கள் தோன்றக் காரணமே இல்லை. ஜீ. பி. கூய்ப்பர் என்ற அமெரிக்க வானியல் அறிஞர், “பூமியின்மீதுள்ள பாறைகள்மீது பாசி படர்ந்திருப்பது போலவே, செவ்வாயின் இருண்ட பகுதிகளும் பாசி படர்ந்த வெளிகளாகவே இருக்க வேண்டும்” என்று ஸ்பெக்ட்ரோஸ்கோப் ஆராய்ச்சி மூலம் சுட்டிக் காட்டியிருக்கிறார்.

செவ்வாயின் மேற்பரப்பில் நீர்நிலைகள் இருப்பது தெளிவாகத் தெரியாவிட்டாலும், பனியும் பனிக்கட்டியும் இருப்பதற்குச் சான்று கள் நிறைய உள்ளன. இந்தக் கிரகத்தில் இரு துருவங்களிலும், வெள்ளை வெளேரென்று பிரகாசமான இரு ‘குல்லாய்’கள் காணப் படுகின்றன. (17–ஆம் படத்தைப் பார்க்கவும்). இத்துருவ முனை களில் செவ்வாயின் பருவ மாறுதல்களை மிகவும் தெளிவாகக் காண முடியும். குளிர்காலங்களில் ஏறக்குறைய பூமத்தியரேகையை நோக்கிப் பாதிதூரம் வரையில், இந்தப் பனிப்படலம் காணப் படுகிறது. (பூமியோடு ஒப்பிட்டுச் சொன்னால், பாஸ்டன் நகரம் வரையுள்ள அட்சாம்சப் பகுதி வரையில் பனி பெய்வதாகக் கூறலாம்). வசந்த காலத்திலோ, சூரியனின் கிரணங்கள் பட்டுப் பட்டு இந்தப் பனிப்படலம் மீண்டும் துருவப்பகுதியை நோக்கிப் பின்வாங்குவதைக் காண முடியும். செவ்வாயின் தென்பகுதியில் கடும் கோடை வரும்பொழுது, தென் துருவப் பனிமுட்டு சில சமயம் முற்றிலும் மறைந்தே விடுகிறது. அதன் வடபாதியில் பனி முற்றி லும் மறைவதே இல்லை. செவ்வாயின் வடபாதி, தென்பாதியைவிட



படம் : 17. 1909-ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர் 28 அன்று, பூமிக்கு மிக அருகில் வந்தபொழுது எடுக்கப்பட்ட செவ்வாய் கிரகத்தின் புகைப்படம். உச்சிக்கு அருகில் உள்ள சிறிய வெள்ளைப் பகுதி செவ்வாய் கிரகத்தின் துருவப் பனிப் பிரதேசம். கோளத்தின் வெள்ளையான பகுதிகள் பாலைகள். இருண்ட பகுதிகள் பாசி படர்ந்த தாழ்நிலங்களாக இருக்கலாம்.

(Courtesy of the Yerkes Laboratory)

குளிர்மிக்கது. (பூமியில் உள்ள நிலைக்கு நேர்மாறானது இது*). வட துருவத்திற்கு அருகில் ஒரு சிறு வெள்ளைப்புள்ளி அளவுக்குப் பனி குறைகிறது. அவ்வளவுதான். செவ்வாயில் துருவப் பனிமுட்டு மறைவது, சீதோஷ்ணம் வெப்பமாக இருப்பதால் அல்ல. (பூமியை விட செவ்வாயில் குளிர் அதிகம்). நீர் சொற்பமாக இருப்பதால், கனமான பனிப் பாளங்கள் அங்கு உருவாவதில்லை. பூமியின்

* பூமி சுற்றும் பாதை நீள்வட்டமாக இருப்பதால், வடக்கே கோடை காலமாக உள்ளபோது இருப்பதைவிட, வடக்கே குளிர்காலமாக இருக்கும் போது, பூமி சூரியனுக்கு இன்னும் அருகே இருக்கிறது. இதனால் பூமியின் வடபாதியில் குளிர்காலம் கடுமையாக இருப்பதில்லை. கோடையும் கடுமை யாக இருப்பதில்லை. தென்பாதியிலோ இரண்டுமே கடுமையாக இருக்கும். இதனால் வடதுருவத்தில் இருப்பதைவிட, தென் துருவத்தில் பனிமுட்டு (பனிக்குல்லாய்) மிகவும் பெரிதாக இருக்கிறது.

துருவத்திலும் இந்த மாதிரி மெல்லிய பனிப்படலமே படியுமானல், இந்தப் படலங்கள், செவ்வாய் முட்டுகளைவிட, வெகு சீக்கிரம் வெயிலில் உருகிவிடும்.

துருவப் பனிமுட்டுகள் வளர்வதையும் உருகுவதையும் ஆராய்வது, செவ்வாயில் உள்ள நிலப்பரப்பின் வெவ்வேறு உயரங்களைக் கணக்கிட ஒரு நல்ல முறையாக உதவுகிறது. அங்கு இளவேனிற் காலத்தில் துருவத்தை நோக்கிப் பனிப்படலம் பின்வாங்கும்பொழுது, சிற்சில இடங்களில் வெள்ளைப்புள்ளிகள் தெரிகின்றன. அந்த இடங்கள் உயரமான பகுதிகள் என்று ஊகிக்க வேண்டும். மேலும் அந்த இடங்களில்தான் குளிர்காலம் நெருங்கத் தொடங்கும்போதே முதல்முதலாகப் பனி பெய்ய ஆரம்பிக்கிறது.* அந்த முதற் பனி எப்பொழுதும் கிரகத்தின் சிவப்பான பகுதிகளிலேயே தோன்றுகிறது. எனவே, அந்தப் பகுதிகள் மற்றவற்றைவிட உயரம் மிக்கவையாக இருக்கவேண்டும். தாவரங்கள் உயரம் அற்ற கீழ்ப் பகுதிகளிலேயே மிகுந்திருக்க வேண்டும் என்றும் இதிலிருந்து தெரிகிறது. ஆனல், செவ்வாயில் மேடான இடங்களுக்கு இடையே வித்தியாசம் அதிகமில்லை. பூமியிலுள்ள நீர் அனைத்தும் அண்டவெளியில் பரவி, அதன் கடற்பகுதிகளில் தாவரம் மண்டினல், மேடுபள்ளம் எப்படியிருக்குமோ, அந்த அளவு வேறுபாடு செவ்வாயில் இராது.

சூரிய மண்டலத்தில் உள்ள கிரகங்களிலேயே பூமிக்கு அடுத்தபடியாக செவ்வாய்தான் உயிர்வாழ மிகவும் ஏற்ற இடம் என்று கருதப்படுகிறது. ஆகவே, செவ்வாயில் காணப்படும் சீதோஷ்ண நிலைகளைப்பற்றி அறிவதும் சுவை மிக்கதுதான். நெடுந்தொலைவில் உள்ள பொருள்களிலிருந்து வெளிப்படும் வெப்பத்தை 'போலேர் மீட்டர்' என்ற கருவி அளக்கிறது. அந்தக் கருவியைக் கொண்டு அளந்து பார்த்ததில், செவ்வாய் கிரகத்தில் உச்சிப்பகலில் வெப்ப நிலை 50 டிகிரி ஃபாரன்ஹைட் அளவுதான். கிரகத்தின் நடுமையத்தில் சற்று அதிகமாக இருக்கலாம். இந்த நடுமையத்தில்கூட சூரிய உதயத்திற்கு முன்போ, அஸ்தமனத்திற்கு பின்போ, வெப்பநிலை நீர் உறையும் வெப்ப நிலையைவிட மிகவும் குறைந்திருக்கும் என்று தோன்றுகிறது. அப்படியானல், இரவு மிகக் குளிராக இருக்க வேண்டும். துருவப் பிரதேசங்கள் இன்னும் மிகமிகக் குளிராக இருக்கும். பனிமுட்டுகளில் 94 டிகிரி ஃபாரன்ஹைட் அளவுக்குப் போய்விடும். இது மிகவும் வசதியான சீதோஷ்ணம் என்று

---

* நிரந்தரமான பனிகொண்ட மலைப்பகுதிகள் பூமியில் உள்ளன. அத்தகைய நிரந்தரமான பனிப்படிவங்களை செவ்வாயில் எங்கும் காண்பதற்கில்லை. செவ்வாயில் மிக உயர்ந்த மலைகள் இல்லை என்பதற்கு இது ஒரு கூடுதலான சான்றுகும்.

சொல்வதற்கில்லைதான்.* ஆனல், தாவரங்களோ பிராணிகளோ உயிர் வாழ்வதற்கு இடையூருனது என்று சொல்லமுடியாது.

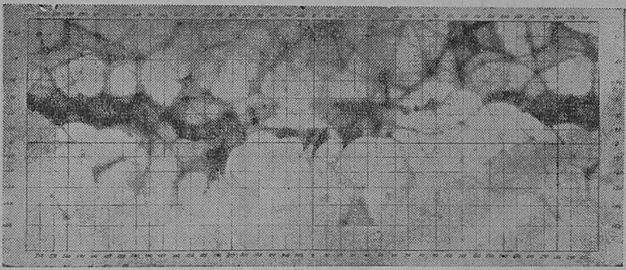
அறுபது ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, பெர்ஸிவல் லவல் என்பவர் விந்தையாக ஒன்றைச் சொல்லி விஞ்ஞான உலகையும் பொது மக்களையும் வியப்பில் ஆழ்த்திவிட்டார். செவ்வாய் கிரகத்தில் பிராணிகள் வாழ்வதோடல்லாமல், அதன் மக்களிடையே மிக முன்னேற்றமான பண்பாடும் நாகரிகமும் தழைத்து இருப்பதற்கான சான்றுகளைத் தாம் கண்டுபிடித்திருப்பதாகக் கூறினர் அவர்.

அவர் கூற்றுக்கு ஆதாரம் என்ன? செவ்வாய் கிரகத்தின் மேற்பரப்பில் குறுகலாக, கருக்காக, மிகவும் நேராக பல கோடுகள் ஜியோமிதிப் படம்போல வலைபோட்டாற்போல் காணப்படுகின்றன. இவற்றைப்பற்றி முதல் முதலாக 1877-ஆம் ஆண்டு, கியோவன்னி ஷியாபரெல்லி என்பவர் கூறினர். அதன் பின்பு பலர் அவற்றை விவரமாக வர்ணித்திருக்கிருர்கள். (18-ஆம் படத்தை பார்க்கவும்). இந்த மாதிரி 'கால்வாய்கள்' உண்மையாக அங்கு இருக்குமாயின், ஜியோமிதி முறையில் அவை இத்தனை ஒழுங்காக அமைந்திருப்பதற்கு நல்ல அறிவுள்ள பிராணிகளே காரணமாக இருந்திருக்க வேண்டும். லவல் மிகவும் துணிச்சலாக, யுக்தியாக ஒரு கருத்தைப் படைத்துவிட்டார். 'செவ்வாயிலுள்ள மக்கள், தண்ணீர் கஷ்டம் தாளாமல் இப்படி ஒரு மாபெரும் பாசனத்திட்டத்தை நிர்மாணித்திருக்கிருர்கள்' என்று சொன்னர் அவர். சிவப்பு நிறமுள்ள கரம்பான பாலைகளூடே இந்த செயற்கைக் கால்வாய்கள் செல்கின்றன என்றும், நடுநடுவே பூங்காக்களும் தோட்டங்களும் இருப்பதையே மேலே தோற்றும் கால்வாய்கள் குறிக்கின்றன என்றும் கூறினர் அவர். செவ்வாயின் ஒரு பகுதியில் வசந்த காலத்தில் துருவப் பனி உருகும்போது, உருகிவரும் தண்ணீரை கால்வாய்கள் மூலம் வறண்ட நடுமையப் பிரதேசங்களுக்குப் பாய்ச்சுகிருர்கள் என்றும் லவலின் கற்பனை பறந்தது. அதுமட்டுமில்லை. நிறங்கள் மாறுவதைக் கொண்டு கால்வாய்களில் செல்லும் நீரின் வேகத்தைக்கூட மதிப்பிடத் தொடங்கிவிட்டார் அவர்.

இந்தக் கற்பனைகளைக் கேட்கையிலேயே நம் உள்ளம் துள்ளுகிறது. இந்தக் கால்வாய்கள் உண்மையாகவே இருக்குமானல்,

---

* செவ்வாயில் சூரியன் உதயமாகும் இடங்களுக்கு அருகே எப்பொழுதாவது சிறு வெள்ளைப் புள்ளிகள் காணப்படுவதுண்டு. சூரியன் நன்கு எழுந்ததும், இவை வெகு விரைவில் மறைந்துவிடுகின்றன. பூமியில் குளிரான இரவுகளில் தோன்றும் வெண்பனிப் பொழிவுகளைப் போன்றவையே இவை என்பதில் ஐயமில்லை.



படம் : *18. 1924*-ல் செவ்வாய் கிரகத்தை தொலைகாணி மூலம் பார்த்து, அங்குள்ள "கால்வாய்களை" நிலப்படமாக வரைந்தார் ஆர்.ஜே. ட்ரம்ப்ளர். அண்மையில் நடந்த ஆராய்ச்சிகள் மூலம் அவை கால்வாய்கள் இல்லை என்றும், வெறும் தோற்றங்களே என்றும் தெரிந்தது.

(*Courtesy of the Lick Observatory*)

இந்தக் கற்பனைகள் பெரும் பயன் உள்ளவையாயும் இருக்கும். துரதிர்ஷ்டவசமாக, இந்தக் கால்வாய்கள் அங்கு உண்மையில் இல்லை என்று உயர்ந்தரக டெலிஸ்கோப்புகளும் முன்னேற்றமான புகைப்பட முறைகளும் நிரூபித்துவிட்டன. மனிதக் கண்ணுக்கு ஒரு இயல்பு உண்டு. பார்வையின் கடை எல்லைக்குள் தென்படும் பல பொருள்களை கற்பனையாகக் கோடு போட்டு, ஜியோமிதி முறையில் ஒரு ஒழுங்கைக் காணும் ஆற்றல்தான் அது. செவ்வாயின் மேற்பரப்பில் எண்ணிறந்த கறுப்புப் புள்ளிகள் காணப்படுகின்றனவே தவிர, அவற்றை நேர்கோடுகளோ, "கால்வாய்"களோ இணைக்கவில்லை ! 1956-ல் கூய்ப்பர் செய்த ஆராய்ச்சிகளின் பயனாக, மிகமிக எளிய தாவரங்களைத் தவிர வேறு எந்த உயிர் வகையும் செவ்வாயில் வாழக்கூடிய சூழ்நிலை இல்லை என்று தெரிகிறது.

சூரிய மண்டலத்தின் பழைய உறுப்பினர்கள்

கிரகங்களையும் துணைக்கோள்களையும் தவிர, சூரிய மண்டலத்தில் இன்னும் பல விந்தைப் பொருள்களும் உண்டு. இவை சூரிய மண்டலம் உருவானபிறகு தோன்றியிருக்க வேண்டும். செவ்வாய்க்கும் வியாழனுக்கும் இடையே ஆஸ்ட்டிராய்டுகள் என்ற குறுங்கோள்கள் வளையமாக சஞ்சரிக்கின்றன என்றும், "டைட்டஸ் போட்" விதிப்படியும், வைஸ்ஸாக்கர் கொள்கைப்படியும், அங்கு அதிகப்படி கிரகம் ஒன்றைக் காண முடியும் என்றும் முன்னமே பார்த்தோம். செவ்வாய்க்கும் வியாழனுக்கும் இடையே ஏறக்குறைய மையமாக, பெரும்பாலான குறுங்கோள்கள் சஞ்சரித்தாலும், சில

குறுங்கோள்கள் இந்த எல்லையைக் கடந்தும் உலவுவதாகத் தெரிகிறது. ஈராஸ் என்ற குறுங்கோள் சூரியனுக்கு மிகமிக நெருக்கமாக வருகையில், செவ்வாய் செல்லும் பாதையைக் கடக்கிறது. அப்போது பூமியிலிருந்து 13,800,000 மைல் தூரத்திலேயே அதைக் காண முடியும். இதற்கு மாருக, மிகத் தொலைவிலுள்ள ஹிடால்கோ என்ற குறுங்கோள் வியாழன் சுற்றும் பாதைக்கு அப்பால் சஞ்சரிக்கிறது. ஸெரிஸ், பல்லாஸ், ஜூனோ, வெஸ்டா போன்ற மிகப் பெரிய குறுங்கோள்கள் பல நூறு மைல் குறுக்களவுள்ளவை. கண்ணுக்குப் புலப்படும் மிகச் சிறிய குறுங்கோள்களோ சிதைந்து போன ஒரு மலையளவே — அதாவது பத்து மைல் குறுக்களவே — இருக்கும். இந்தக் குறுங்கோள்கள் எண்ணிக்கையில் அதிகமாக இருப்பினும் பூமியின் அடர்த்தியைவிட இவற்றின் மொத்தஅடர்த்தி மிகக் குறைவானது. இன்னும் புதிதாகப் பல குறுங்கோள்களைக் கண்டுபிடித்தால்கூட, எல்லாக் குறுங்கோள்களின் மொத்த அடர்த்தியும் பூமியின் அடர்த்தியில் நூற்றில் ஒரு பங்குக்குமேல் இராது.

முதல் அத்தியாயத்தில் கூறியதுபோல, பூமியில் விழுந்து நம்முடைய பொருட்காட்சிக் கூடங்களில் சேகரித்து வைக்கப்பட்டுள்ள அண்டவெளிக்கற்கள் இந்தக் குறுங்கோள் குடும்பத்தை சேர்ந்தவை என்றே தோன்றுகிறது. இந்தக் கற்களை ரசாயன முறையில் சோதித்துப் பார்த்தால், குறுங்கோள் சக்கரம் பிறந்த வகையை அறியக்கூடும். இதுவரை நடந்த ஆராய்ச்சிகளைப் பார்த்தால், இந்தக் கற்களில் உள்ள பொருள்கள் மிக உயர்ந்த அமுக்கத்தால் படிகங்களாக இறுகியிருக்கும் எனத் தோன்றுகிறது. பல இரும்பு அண்டவெளிக் கற்களில் சின்னச்சின்ன வைரக்கற்கள் காணப்படுவதே இந்தக் கருத்திற்குச் சான்ருக விளங்குகிறது. இவற்றை யெல்லாம் பார்க்கும்போது, அண்டவெளிக் கற்களும் குறுங்கோள்களும்கூட, செவ்வாய்க்கும் வியாழனுக்கும் இடையே ஒரு காலத்தில் சஞ்சரித்த ஒரு பெரிய கிரகத்தின் துகள்களே என்றும், சூரியனைச்சுற்றி என்ன காரணத்தாலோ கிரகமாக உருவாகாமல், உறையாக உலவின; பழம் பொருள் இறுகியதால் ஏற்பட்டவை அல்ல என்றும் தெரிகிறது.

சூரிய மண்டலத்தில் காணப்படும் மற்ருெரு விந்தைப்ளூட்டோ என்னும் கிரகம். கணக்குப் போட்டு 1930-ல் இதைக் கண்டுபிடித்தார்கள். நெப்ட்டியூன் செல்லும் பாதைக்கப்பால், ஒருஅசாதாரணமான பாதையில் உலவுகிறது இது. மற்ற கிரகங்கள் யாவும் ஏறக்குறைய வட்டப்பாதையில் சுற்றுகின்றன. சூரிய பாதைக்குச் சற்றே சாய்ந்தும் உள்ளன. ப்ளூட்டோவின் பாதையோ மிகவும் நீளமான ஒரு நீள்வட்டம். அதன் சாய்வும் பதினெட்டு டிகிரி. சூரியனிட

மிருந்து மிகத்தொலைவில் சஞ்சரிக்கையில் ப்ளூட்டோ நெப்ட்டியூனை விட வெகுதூரம் விண்வெளியில் போய்விடுகிறது. சூரியனை மிக நெருங்கி வரும்போதோ, அந்த தூரம் நெப்ட்டியூனின் பாதையின் ஆரத்தைவிட சற்றுச் சிறியதாக இருக்கிறது. அதனால் இரண்டின் பாதைகளும் ஒன்றையொன்று வெட்டிக்கொண்டு செல்லும். ப்ளூட்டோவின் குறுக்களவை நேராகப் பார்த்த வானியல் அறிஞர்கள் அதன் அடர்த்தி பூமியின் அடர்த்தியில் நூற்றில் மூன்று பங்கு தான் என்று முடிவு செய்துள்ளனர். அதாவது, கிரக குடும்பத்திலேயே மிகமிகச் சிறிய கிரகம் ப்ளூட்டோதான் என்று ஆகிறது. எனவே ப்ளூட்டோ முதல் கிரகங்களில் ஒன்றல்ல, நெப்ட்டியூனின் துணைக்கோளே என்றும், அந்த நெப்ட்டியூனின் வேறு இரண்டு துணைக்கோள்களின் ஈர்ப்போடு நெருங்கி மோதியதால் சூரியனை சுற்றி வரும்படியாக ஒரு புதிய பாதையில் தள்ளப்பட்டதென்றும் ஒரு முடிவுக்கு வரவேண்டியிருக்கிறது. அப்படி அதைத் தள்ளிய வேறு இரண்டு துணைக்கோள்கள் ட்ரைட்டன், நிரீட் என்பவை ஆகும். இவ்விரண்டும் சஞ்சரிக்கும் பாதைகளே பல நூறு கோடி ஆண்டுகளுக்குமுன் நிகழ்ந்த இந்த ஈர்ப்புப் போருக்குச் சான்றாகும். ட்ரைட்டன் நெப்ட்டியூனைச் சுற்றி எதிர்த் திசையில் சுற்றுகிறது. நிரீடின் பாதையோ தாறுமாறாக இருக்கிறது.

ப்ளூட்டோ செல்லும் பாதைக்கும் அப்பால், வால்நட்சத்திரங்கள் உலவும் அகன்ற பிராந்தியம் காணப்படுகிறது. இந்த வால் நட்சத்திரங்கள் எப்பொழுதாவது கிரக மண்டலத்திற்குள் புகுவதுண்டு. தீவிர சூரிய வெப்பத்தின் இயக்கத்தால் இவற்றிற்குப் பளீர் என்று பிரகாசமான வால்கள் தெரிவதுண்டு. இந்த வால்நட்சத்திரங்கள் கார்பன், நைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் (மிதேனும்,அம்மோனியாவும், நீரும்) ஆகியவை கொண்ட ஹைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருள்களால் ஆனவை என்று ஆராய்ச்சி மூலம் தெரிகிறது. கிரகங்கள் தோன்றிய காலத்தில் வாயுமண்டலத்தில் இருந்த பொருள்கள் இவை. சூரியக் கதிர்வீச்சின் அமுக்கத்தால் இவை வீசி ஒதுக்கப்பட்டன.

சூரிய மண்டலத்தின் முக்கிய அம்சங்களைப் பற்றிய வர்ணனையை இத்துடன் முடித்துக்கொள்வோம்.

4

காலின் கீழ் நரகம்

ஆழம் மிக, வெப்பம் மிகும்

எரியும் எரிமலையின் வாயிலிருந்து எழும் கரும் புகைப்படலம், அதன் சரிவில் கக்கிப் புரண்டோடும் செந்தீக் குழம்பு, வெந்நீர் ஊற்று, பீறிட்டு எழும் கொதிநீர்ப் பீச்சு-இவற்றையெல்லாம் கண்டு நம் காலின்கீழ், சற்று ஆழத்தில் - பாவிகள் இறந்த பின் வாழ வேண்டிய - நரகம் இருக்கிறது என்று பழங்கால மனிதர்கள் நம்பி வந்தார்கள்.

19-ஆம் நூற்றுண்டின் மத்தியில், பேராசிரியர் ஆட்டோ லீடன் ப்ராக்கு என்னும் பிரபல ஜெர்மன் புவி-இயல் அறிஞர் பல்கலைக் கழகத்து நூல் நிலையத்திலிருந்து படிப்பதற்காக ஒரு புத்தகத்தை வாங்கியபொழுது, அதில், ஒரு பார்ச்மென்ட் துண்டில், பழைய ஐஸ்லாந்து எழுத்தில் ஏதோ எழுதியிருந்தது. லத்தீனில் அதை மொழிபெயர்த்ததில் :

> “ பிரயாணியே, துணிச்சல் இருந்தால் ஸ்கார்ட்டாரிஸின் நிழலுக்கடியில் உள்ள ஸ்நேஃபல்ஸ் ஜோக்கலின் வாயின் வழியாக இறங்கிப்பார். என்னைப்போல், நீயும் பூமியின் மையத்தை அடைவாய் — ஆர்ன் ஸாக்னுஸ்ஸெம்.”

என்று எழுதியிருந்தது.

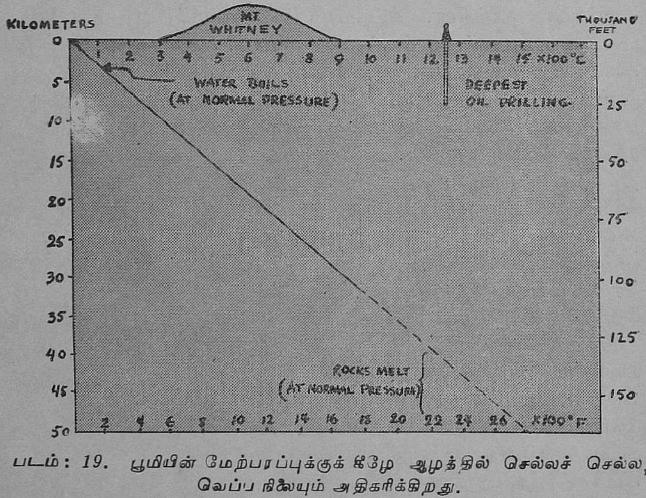
ஆராய்ந்து பார்த்ததில், ஆர்ன் ஸாக்னுஸ்ஸெம் பதினறும் நூற்றுண்டில் வாழ்ந்த ஸ்காண்டிநேவிய ரசவாதி என்று தெரிந்தது. அவரை மதத் துரோகி என்று குற்றம் சாட்டி, அவர் எழுதிய புத்தகங்களையெல்லாம் தீமூட்டி, அத்தீயின் நடுவில் அவரை ஒரு கம்பத்தில் கட்டி, எரித்துவிட்டார்கள். ஸ்நேஃபல்ஸ் ஜோக்கல்

என்பது ஐஸ்லாந்தின் பனிப்பாறை ஒன்றையடுத்து உயரமாக எழுந்து அணைந்துபோன எரிமலை என்பதும் தெரியவந்தது. தன் மருமகன் ஆக்ஸெலையும், ரெய்க்கியாவிக்கிலிருந்து வந்த ஹான்ஸ் என்ற வழிகாட்டியையும் அழைத்துக் கொண்டு, பேராசிரியர் லீடன்ப்ராக்கு எரிமலை வாய்க்குள் இறங்கினர். பஸால்ட்டுப் பாறைகளிடையே, சற்றுச் சாய்ந்து சென்ற நீண்ட பாதை வழியே நடந்து, பாதாளக்கடல் ஒன்றைக் கண்டார். அந்தக் கடல் கண்ணுக்கு எட்டிய வரை பரந்தது. கையிலிருந்த விளக்குகளை மூவரும் அணைத்துவிட்டார்கள். அங்கு பரவலாக ஓர் ஒளி படர்ந்திருந்தது. பாறைகளில் உள்ள ரசாயனப் பொருள்களின் சுயம் பிரகாசமோ என்னவோ? ஹான்ஸ் ஒரு கட்டுமரத்தைக் கட்டினன். பாய் கட்டி, மூவருமாக அதில் தென்கிழக்காகச் சென்றனர்கள். பயணம் பல நாள் நீடித்தது. வழியில் எத்தனையோ ஆபத்துக்கள். இக்தியோஸாரஸ், ப்லீஸியோஸாரஸ் என்னும் இரு பழங்கால விலங்குகள் அவர்களைத் தாக்கின. கட்டுமரம் கவிழ்ந்துவிடும் போலாகிவிட்டது. பெரிய சண்டைக்குப் பிறகு, அவர்கள் மீண்டும் மிதந்து, கடைசியில் ஒரு சுரங்கப் பாதையைக் கண்டார்கள். ஆர்ன் ஸாக்னுஸ்ஸெம் அங்கு அடையாளம் விட்டுப் போயிருந்தார். அது தான் பூமியின் மையத்திற்குச் செல்லும் பாதையாம். ஆனுல், அந்த ரசவாதி போனது மூன்று நூற்றுண்டுகளுக்கு முன்பு. பிற்காலத்தில் ஒரு பெரும் பாறை விழுந்து, அந்தப் பாதை அடைபட்டுக் கிடந்தது. ஆற்றல் மிகுந்த வெடிமருந்தை வைத்து அந்த அடைப்பை உடைத்துக்கொண்டு, மூவரும் உள்ளே புகுந்தனர். ஆனுல் வெடியின் வேகத்தில் அடைப்பு பெரிதாகப் பிளந்து, கடல் நீர் முழுவதும் உள்ளே சீறிக்கொண்டு பூமியின் மையத்தை நோக்கிப் பாய்ந்தது. கட்டுமரம், ஆட்கள் - எல்லாவற்றையும் அடித்துக் கொண்டு போயிற்று. ஆனுல், கீழே வேகமாக ஓடுகையில், திடீர் என்று ஒரு இடத்தில் உருகிய செந்தீக் குழம்பு கீழேயிருந்து மேல் நோக்கிப் பாய்ந்தது. பூமியின் மேற்பரப்பை நோக்கி அது, அந்தக் கட்டுமரத்தைத் தள்ளிற்று. படகின் மரக் கட்டைகள் அந்தக் குழம்பின் வெப்பம் தாங்காமல் கருகி, தீப் பிடிக்கத் தொடங்கின. ஆனுல், அதற்குள் மேற்பரப்பு வந்துவிட்டது. இத்தாலியில் உள்ள ஸ்ட்டிராம்போலி எரிமலையின் வாயின் வழியாக அம்மூவரும் தூக்கி வெளியே எறியப்பட்டனர்.

வாசகர்களுக்குச் சந்தேகம் வந்திருக்கும். ஆமாம், இது அந்தக் காலத்துப் புவி-இயல் பத்திரிகையில் வெளிவந்த செய்தி அன்று. ஜூல்ஸ் வெர்ன் எழுதிய "பூமியின் மையத்திற்கு யாத்திரை" என்ற கதைப் புத்தகத்திலிருந்து எடுத்தது. அவர் விஞ்ஞானக் கதைகள் எழுதிய பிரெஞ்சுக்காரர். அவர் இப்புத்தகத்தை

1864ல் வெளியிட்டார். ஆனால் இன்று பூமியின் உட்புறத்தை ஆராய இன்னும் நல்ல முறைகள் நமக்குக் கிடைத்திருக்கின்றன. எரிமலை வாயின் உள்ளே இறங்கத் தேவையில்லை. பூமியின் மேலோட்டத்தைத் துளைத்து வெகு ஆழம் வரை ஊடுருவும் கருவிகளால் நமக்குப் பல தகவல்கள் கிடைத்திருக்கின்றன.

சாதாரண ஆழத்திலிருந்தே ஒரு முக்கியமான செய்தியை அறிய முடிகிறது. மேற்பரப்பிலிருந்து கீழே போகப் போக, பாறைகளின் வெப்ப நிலை அதிகரித்துக்கொண்டே போகிறது. ஆழமான சுரங்கங்களில் வெப்பநிலை மிகமிக அதிகமாக இருக்கும். உதாரணமாக, ஆப்பிரிக்காவில் உள்ள ' ராபின்சன் டீப் ' என்ற தங்கச் சுரங்கம் உலகிலேயே மிக ஆழமானது. அதன் சுவர்களின் வெப்பம் மிகமிகக் கடுமை. சுரங்க ஆட்களை உயிரோடு பொரித்துவிடும்போலிருந்தது. எனவே, ஐந்து லட்சம் டாலர் செலவில், ஒரு



படம்: 19. பூமியின் மேற்பரப்புக்குக் கீழே ஆழத்தில் செல்லச் செல்ல, வெப்ப நிலையும் அதிகரிக்கிறது.

Kilo meters—கிலோ மீட்டர்கள் Thousand Feet—ஆயிரம் அடிகளில்

Mt. Whitney—விட்னி மலை

Water Boils (At Normal Pressure) — (சாதாரண அழுக்கத்திலேயே) நீர் கொதிக்கிறது

Deepest Oil Drilling—எண்ணெய்க்காக மிகவும் ஆழமாகத் துளைக்கப் பட்ட அளவு

Rocks Melt—(At Normal Pressure)—(சாதாரண அழுக்கத்திலேயே) பாறைகள் உருகுகின்றன

(Courtesy of the Geologic Survey)

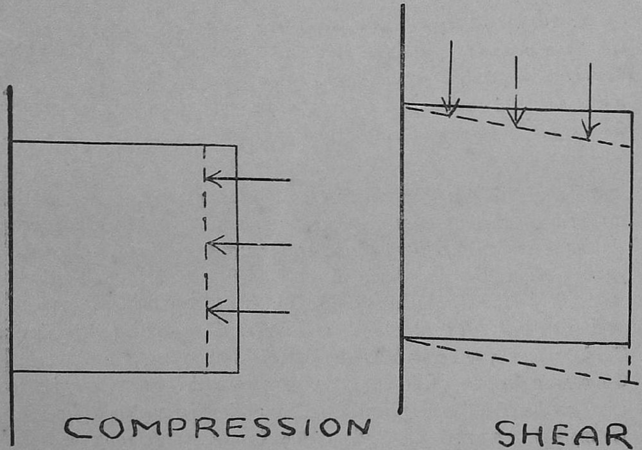
படம்: 20. யெல்லோஸ்டோன் தேசிய வனத்தில் உள்ள "ஓல்ட் ஃபெய்த் புல்" என்ற வெந்நீர்க் குமிழ் (இரவில் எடுத்த படம்). இப்படி வெந்நீரும் நீராவியும் அடிக்கடி ஏன் குமிழாக பீச்சுகின்றன? பூமியின் மேற்பரப்பில் உள்ள நீர் இடுக்குகள் வழியாக நிலத்தின் சுமார் $1\frac{1}{2}$ மைல் ஆழம் வரையில் சென்றதும், அங்குள்ள சூட்டுப் பாறைகளின்மீது பட்டு, கொதி நிலைக்குச் சூடாகி, பீச்சி அடிக்கிறது.

குளிர் ஊட்டும் இயந்திரத்தை அங்கு நிறுவினர்கள். உலகில் பல்லாயிரம் இடங்களில் வெகு ஆழம் துளைத்து, பூமிக்கடியில் உள்ள வெப்ப நிலையைப்பற்றி ஏராளமான செய்திகள் கிடைத்திருக்கின்றன. ஆழம் மிகமிக, வெப்பம் அதிகரிக்கும். இது எங்கும் காணும் நிகழ்ச்சி. பூகோள நிலையில் எந்த இடமாயிருந்தாலும், இது மாறாது. பூகோள நிலையில் வெப்பம் குறைவாக இருப்பது மேற்பரப்புக்கு ஒட்டினுற்போல்தான். சீதோஷ்ண நிலைக்கு ஏற்ப, மேற்பரப்புக்கு அருகில் மாறுதல் இருக்கலாம். துருவ-தூந்திரப் பிரதேசங்களில் மேற்பரப்பையொட்டிய சில நூறு அடி ஆழத்தில் பாறைகள் சகாராப் பரப்புக்கு அடியில் உள்ள பாறையை விட வெப்பம் தணிந்துதானிருக்கும். கடல் தரையில் துளையை இட்டு, வெப்பநிலையை அளந்ததில், நிலப்பகுதியில் இருப்பதைவிட அங்கு வெப்பம் குறைவாகத் தெரிந்தது. ஆனால், இவ் வித்தியாசங்களெல்லாம் மேலோட்டிற்கருகில்தான். அதிக ஆழத்தில் குடைந்தால், பூமியெங்குமே, ஒரு குறிப்பிட்ட ஆழத்தில், ஒரே சமமான

வெப்பம்தான் இருக்கும். 19-ஆம் படம் பூமியின் மேலோட்டில் எடுக்கப்பட்ட வெப்ப மாறுதல்களைக் காட்டுகிறது. வெப்பம் ஒரு சீராக அதிகரித்துக்கொண்டு போவதை அதில் காணலாம். ஆயிரம் அடிக்கு 16 டிகிரி (ஃபா ர ன் ஹை ட் டு) விகிதம், சராசரியாக வெப்பம் அதிகரிக்கிறது.

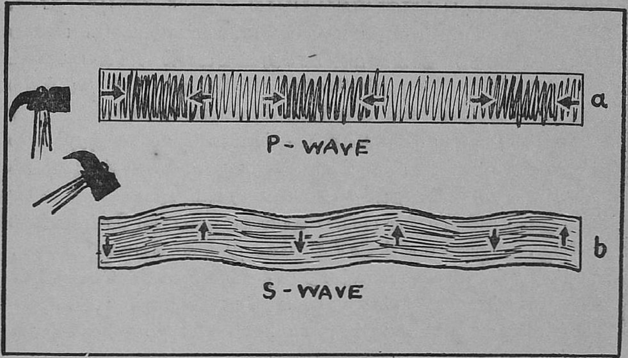
பூமியின் மேற்பரப்பின் சராசரி வெப்பநிலை 68 டிகிரி ∴பாரன் ஹைட்டு. எனவே, $1\frac{1}{2}$ மைல் ஆழத்திலேயே பாறைகளின் வெப்பம் நீர் கொதிக்கும் வெப்ப அளவுக்கு உயர்கிறது. பூமியின் மேற்பரப்பில் காணும் விரிசல்களின் வழியாக நீர், இந்த ஆ ழ த் தி ற் கு இறங்குமானல், கொதிக்கத் தொடங்கிவிடும். அங்குள்ள அமுக்கத்தால் நீராவி வெந்நீராக மாறி, மேலே பீச்சி அடிக்கும். அமெரிக்காவில் உள்ள யெல்லோஸ்ட்டோன் தேசீய வனத்தில் கம்பீரமான இந்த ஊற்றுக்களைக் காணமுடியும். 20-ஆம் படத்தைப் பார்க்கவும்.

இதுவரை துளைக்கப்பட்ட ஆழத்திற்கும் கீழே, இன்னும் இருபது முப்பது மைலுக்கு, இதே விகிதத்தில் வெ ப் ப நி லை ஏறிக் கொண்டுபோனல், சுமார் முப்பது மைல்ஆழத்தில், பாறைகளை உருகிய நிலையில் காணமுடியும். பாறை உருகும் வெ ப் ப நி லை



படம்: 21. சுவரில் தைக்கப்பட்ட ஒரு கனசதுரப் பொருளைப் பக்கவாட்டிலும் செங்குத்தாகவும் அமுத்துவதால் உண்டாகும் விளைவுகள்.

Compression—பக்கவாட்டு நெருக்கம்.
Shear—செங்குத்தான நெருக்கம்.



படம்: 22: ஒரு கெட்டிக் கட்டையை, பக்கவாட்டிலும் செங்குத்தாகவும் அடித்தால் உண்டாகும் அலைகள். மேல் படத்தில் (a) காணும் கறுப்புப் பகுதிகள் நெருங்கும் பகுதிகள். மற்ற பகுதிகள் விரிவடையும் பகுதிகள். (எளிதில் புரிவதற்காக சற்று மிகைப்படுத்தி வரையப்பட்டுள்ளன.)

a. P. Wave - பக்கவாட்டு அலை.

b. S. Wave - செங்குத்தான அலை (ஷியர் அலை)

2200 டிகிரியிலிருந்து 3300 டிகிரி (∴பாரன்ஹைட்டு) வரை என்று சொல்லலாம். பூமியின் மேற்பரப்பில் பல எரிமலைகள் கக்கும் கற்குழம்பு இதே ஆழத்தில்தான் உண்டாகிறது என்பதில் ஐயமில்லை. எரிமலையின் வாய்க்கு உள்ளேயே கற்குழம்பின் வெப்ப நிலையை அளந்தபோது சுமார் 2200 டிகிரி ∴பாரன்ஹைட்டுத்தான் கிடைக்கிறது. அதாவது, முப்பது மைல் ஆழத்தில் காணும் வெப்பம். விஞ்ஞான ரீதியில் பூபௌதிக இயல் தோன்றுவதற்கு வெகு காலத்துக்கு முன்பு, எரிமலைக் கக்கலைப் பார்த்த நம்முடைய முன்னோர்கள் தங்கள் காலடியின் கீழே எங்கேயோ “ நரகம் ” இருப்பதாகப் பாவித்தார்கள். எனவே, நம் வாழ்க்கை விவகாரங்கள் அத்தனையும் பூமியின் மெல்லிய இந்த மேலோட்டின் மீதுதான் நடைபெறுகின்றன.

நில நடுக்கங்கள்

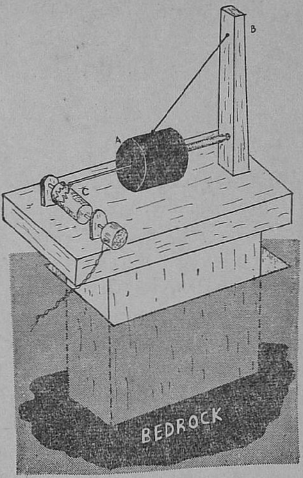
நோயாளியின் உடம்பை அறுத்துத் திறக்காமலே, அவரது உடல் நிலையை ஸ்டெத்தோஸ்கோப்பின் உதவியால் மருத்துவர் ஆராய்கிறார். அதேபோல, இந்தக்காலத்து பூபௌதிக நிபுணராலும், பூமியின் உடலில் நிகழும் அலைமாற்றங்களைக்கொண்டே, பல செய்திகளை அறிய முடியும். இந்த அலையோட்டங்கள் உண்டாவ

தற்குக் காரணம், பூமியின் மேலோட்டில் காணும் குலைவுகள்தான். குலைவுகள் ஏற்பட்ட பல இடங்களில் மேலோட்டில் உள்ள பாறைகள் இறுக்கத்தைத் தாங்காமல் பாக்குவெட்டியில் சிக்கிய கொட்டையைப்போல பல சமயம் பிளந்து விரிகின்றன. ஓர் இடத்தில் உண்டாகும் இந்தக் கலக்கத்தால், அதன் பக்கத்தில் உள்ள மேலோட்டுப் பகுதி நடுங்குகிறது. கலக்கம் கடுமையாக இருந்தால் பூமி முழுவதுமே எங்கும் நடுங்கும். இந்த நிகழ்ச்சிதான் பூகம்பம் அல்லது நில நடுக்கம். நடுக்க அலைகள் பரவும் பூப் பகுதியின் உட்புற இயல்புகளைப்பற்றி பூகம்ப இயல் நமக்குப் பல செய்திகளைக் கூறுகிறது. சிறு அளவில் செய்து சோதிக்க வேண்டுமானால், டீ.என்.டீ, என்னும் வெடிமருந்தை ராத்தல் கணக்கில் வெடித்தோ அல்லது ஹைட்ரஜன் குண்டை வெடித்தோ, அதனால் பூமியின் உடலில் உண்டாகும் மாற்றங்களையும், அலைகளையும் நன்கு ஆராய முடியும்.

பாறையோ, உலோகமோ, ரப்பரோ போன்ற எந்த திடப் பொருளும், தன் பரிமாணத்தையோ வடிவத்தையோ வெளிச்சக்திகள் மாற்ற முயன்றால், அம்முயற்சியை எதிர்த்துப் போராடும். கன சதுரமான ரப்பர் கட்டியொன்றை ஒரு சுவரில் ஒட்டி அழுத்தினால், ரப்பர் அமுங்கிக் கொடுக்கும். ஆனால், அமுக்கம் நீங்கியதும், அந்தக் கட்டி தனது பழைய நிலைக்கு வரும். ஒவ்வொரு பொருளுக்கும், அதன் அமுங்கும் அளவு வெவ்வேறாக இருக்கும். அது அதன் உள்ளமைப்பைப் பொறுத்தது.

இன்னொரு முறையாலும் ஒரு திடப்பொருளை உருமாற்றலாம். சுவரில் ஒட்டிய ரப்பரை. பக்கத்தில் அழுத்தாமல், மேலே அழுத்தினால் வடிவம் மாறும். பரிமாணம் மாறாது. இந்த மாற்றத்தை 'ஷியர்' (சறுக்குப் பெயர்ச்சி) என்று சொல்லுவார்கள். முன் சொன்ன மாற்றம் வேறு; இது சற்று வேறு. இந்த 'ஷியர்' சக்தியை எதிர்த்து நிற்பதும் ஒரு பொருளின் உள் அமைப்பைப் பொறுத்தே இருக்கிறது. அவ்விரண்டிலும் உட்பொருள் எதிர்த்து நிற்கும் முறையில்தான் வேற்றுமை. திடப் பொருளைப் போலவே, திரவப் பொருள்களும் அமுக்கத்தை எதிர்த்து நிற்கும். ஆனால், எந்த வடிவ மாறுதலுக்கும் அது பணிந்து கொடுக்கும். (படம்: 21).

ஒரு நீளமான தடியை சம்மட்டியால் அடித்தால் என்ன ஆகும்? 22-ஆம் படத்தைப் பாருங்கள். பக்கவாட்டில், அதாவது ஒரு கோடியில் உள்நோக்கி அடித்தால், அந்தமுனையில் அமுக்கம் உண்டாகும். கடப்பாறையின் நீளம் முழுவதிலும் இந்த அமுக்கம் ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்தில் பரவும். மேலே அடித்தால், 'ஷியர்' உண்டாகும். அதாவது, வடிவம் மாறும். பரிமாணம் மாறாது. இந்த மாற்றமும் ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்தில், தடியின் பொருள் -



படம் : 23. பக்கவாட்டு ஊசல் எனப்படும் ஸைஸ்மோகிராஃப் (நில நடுக்கம் அளக்கும்) கருவியின் தத்துவம்.

Bedrock - ஆதாரப் பாறை.

எதிர்த்து நிற்கும் ஆற்றலுக்கு ஏற்ப, பக்கவாட்டில் பரவும். அமுக்கத்தின் அல்லது அமுக்க அலைகளின் வேகத்திற்கும், 'ஷியர்' அலையின் வேகத்திற்கும் வித்தியாசம் உண்டு. பெரும்பாலான பொருள்களில் அமுக்க அலைவேகம் 'ஷியர்' அலைகளைப்போல இரண்டு மடங்காக இருக்கும்.

அதே தடியை பக்கவாட்டில் - நேராகவோ, மேலிருந்து கீழோ அடிக்காமல் — சற்று சாய்ந்தாற்போல (45 டிகிரி கோணத்தில்) அடித்தால், இரண்டு வகை அலைகளும் உண்டாகும். அப்போது 'அமுக்க அலை', 'ஷியர்' அலையைவிட வேகமாகவும் பரவும். பூகம்பம் உண்டாகும்போது இதைத்தான் எதிர்பார்க்கலாம். கலக்கம் உண்டான இடத்திலிருந்து பூமியின் உடலில் ஊடே பூகம்ப அலை பரவும்போது, இந்த இரண்டுவித அலை இயக்கங்களும் உண்டாகின்றன. பூகம்பத்தின் பொழுது பூமியின் சலனங்களை அளக்க ஸைஸ்மோகிரா.ஃ.ப் என்ற நுட்பமான கருவிகளை பூகம்ப இயலார் உபயோகிக்கின்றனர். இந்தக் கருவிகள் 'ஒய்வு விதி'யை அடிப்படையாகக் கொண்டு அமைந்தவை. அசையா நிலையில்

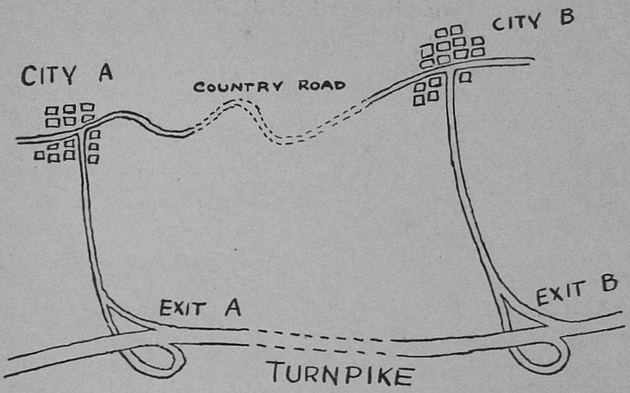
உள்ள எந்தப் பொருளும் தன் அசையா நிலையைக் காத்துக் கொள்ளவே முற்படுகிறது என்பதுதான் அந்த விதி.

இந்தக் கருவிகளில் பல வகை உண்டு. படம் 23-ல் உள்ளது பக்கவாட்டு ஊசல் என்ற வகைக் கருவியின் வரைபடம். A என்பது ஒரு கனமான பொருள். B என்ற செங்குத்தான கட்டையைச் சுற்றி - அதிக உராய்வு இல்லாமல் எளிதாக - A என்னும் பொருள் சுற்றும். பூகம்ப அலை தரையிலிருந்து மேல்நோக்கி செங்குத்தாக வந்தால், A என்னும் பொருள் அசையாது. காரணம், அந்தப் பொருளில் அதிகமாக உள்ள ஓய்வு நிலைதான். ஸ்டாண்டில் ஏற்படும் மாற்றம் 'C' என்ற சுழலும் உருளையில் பதிவாகும். 'ட' வடிவில் இப்படி இரண்டு கருவிகளைப் பொருத்தினல், பூகம்பத்தால் பக்கவாட்டு மாறுதலைப் பற்றிய முழுத் தகவலும் கிடைத்துவிடும். செங்குத்து நிலையில் ஏற்படும் மாறுதலை அளக்க ஒரு சுழற்கம்பியில் கனமான பொருள் ஒன்றைத் தொங்கவிட்டு அளக்கலாம். பூமியின் மேற்பரப்பு மேலும் கீழும் அசையும்போது, கனப் பொருள் அசையாது. கனப் பொருளுக்கும், ஸ்டாண்டுக்கும் ஏற்பட்டுள்ள அசைவு மாறுதல்களை ஒரு சுழலும் உருளையிலும் பதிவு செய்யலாம். இந்தத் தகவல்கள் எல்லாவற்றையும் சேர்த்து ஆராய்ந்தால், பூகம்பத்தால் மேற்பரப்பில் ஏற்பட்ட மாறுதல்களின் திசை, வேகம் - ஆகிய இரண்டையும் பற்றி விவரமாக அறிய முடியும்.

அமுக்க அலையால் உண்டாகும் பூமி அசைவு அலைபோகும் திசையோடேயே இருக்கும். ஷியர் அலைகளால் உண்டாகும் அசைவு அலைபோகும் திசைக்குச் செங்கோணமாக இருக்கும். இந்த விதியைக் கொண்டுதான் அமுக்க அலை எது, ஷியர் அலை எது என்று கண்டு பிடிக்கிருர்கள். சாதாரணமாக, பூகம்பத்தில் இரு அதிர்ச்சிகள் தோன்றும். முதல் அதிர்ச்சி தோன்றி நின்ற பிறகு சிறிது நேரம் கழித்து, இரண்டாவது அதிர்ச்சி தோன்றும். முதல் அசைவு அமுக்க அலையால் ஏற்பட்டது ; இரண்டாவது அசைவு ஷியர் அலையால் ஏற்பட்டது.

மொஹொரோவிஸிக் கண்ட உண்மை

1909 அக்டோபர் எட்டாந் தேதியன்று, க்ரோஷியா நாட்டில், கூய்ப்பர் பள்ளத்தாக்கில், ஒரு கடுமையான பூகம்பம் ஏற்பட்டு, அந்த நாட்டை ஆட்டி வைத்தது. அங்கிருந்து கிளம்பிச் சென்ற பூகம்ப அலைகளை ஐரோப்பாவில் உள்ள பல பூகம்ப இயல் நிலையங்கள் பதிவு செய்தன. இரண்டு நடுக்கங்கள் உண்டாயின என்று அதில் தெரிந்தது. அமுக்க அலைகளும் ஷியர் அலைகளும் ஒரு முறை உண்டான பிறகு, மீண்டும் ஒரு முறை எழுந்து பரவி



படம்: 24-a. தொலேவிலுள்ள இரண்டு ஊர்களுக்கிடையே செல்லும் இரண்டு வழிகள். நல்ல சாலை வழி, நாட்டுப்புறப் பாதையைவிட சுற்றி வளைத்துக்கொண்டு போனாலும் வேகமாய் பிரயாணம் செய்ய ஏற்றது.

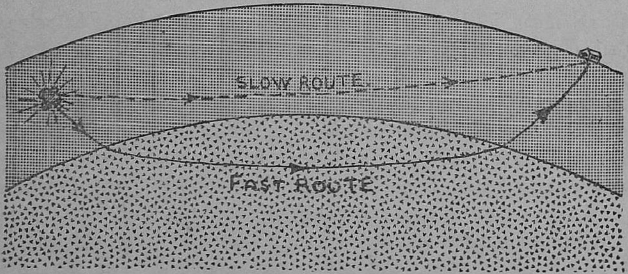
City A—ஏ-என்னும் ஊர், City B—பி-என்னும் ஊர்
Country Road—நாட்டுப்புறத்து மண் பாதை.
Exit A—சாலைச் சந்திப்பு-ஏ Exit B—சாலைச் சந்திப்பு-பி

இருக்கும் என்று தோன்றிற்று. அதாவது, இரண்டு நடுக்கங்கள் ஏற்பட்டிருக்க வேண்டும். இது சின்ன விஷயம். ஆனால், க்ரோ ஷியாநாட்டைச் சேர்ந்த ஆண்ட்ரியா மொஹொரோவிஸிக் என்ற பூகம்ப இயல் அறிஞருக்கு அப்படித் தோன்றவில்லை. அது, தம் முடைய சொந்த நாட்டில் ஏற்பட்ட நடுக்கம், அதைப்பற்றி முற்றி லும் தெரிந்துகொள்ள வேண்டும் என்று அவர் முனைந்தார். வெவ் வேறு தொலைவுகள் உள்ள நாடுகளில் பதிவான அளவுகளை ஒப்பிட் டுப் பார்த்தபொழுது, அமுக்க அலைகள் இரண்டும், பிறகு அவற் றைத் தொடர்ந்து சென்ற ஷியர் அலைகள் இரண்டும் போய்ச் சேரும் நேரத்தில் ஏதோ கோளாறு தென்பட்டது. பூகம்பம் தோன்றிய இடத்திலிருந்து நூறு மைலுக்குட்பட்ட இடங்களில், முதலில் வந்த அமுக்கம், ஷியர் ஆகிய இரு அலைகளும் மிகவும் கடுமையாகவும், பின்பு வந்த அலைகள் மிகவும் மங்கலாகவும் இருந்தன. ஆனால், நூறு மைலுக்கு அப்பாலும், இன்னும் அதிக தூரத்தில் உள்ள இடங்களிலும், இந்த வரிசை தலைகீழாக மாறியிருந்தது. முதலில் வந்த அமுக்கம், ஷியர் அலைகள் மிக மங்கலாகவும், பிறகு சற்றுத் தாமதித்தே வந்த அமுக்கம் (ஷியர் அலைகள்) கடுமையாகவும் இருந்தன. முதல் இயக்கத்திற்கும் இரண்டாம் இயக்கத்திற்கும்

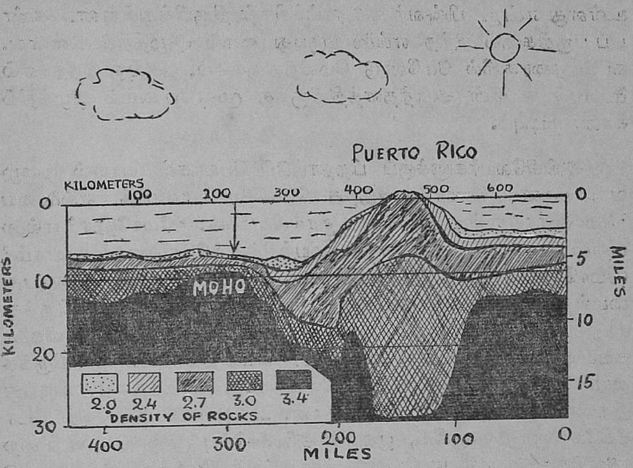
இடையே உள்ள தாமதம், தூரம் செல்லச் செல்ல, ஒரே சீராக அதிகரித்துக்கொண்டே போயிற்று.

இதை எப்படி விளக்குவது? க்ரோஷியாவில் ஏற்பட்டது ஒரு நடுக்கம்தான். ஆனுல், அங்கிருந்து புறப்பட்ட நடுக்க அலைகள் இரண்டு பாதைகளில் சென்று பரவின. ஒன்று தாமதமான வழியில் சென்றது. இன்னொன்று விரைவான வழியில் சென்றது. 24-a என்னும் படத்தைப் பாருங்கள். ஏ-என்னும் நகரிலிருந்து பி - என்னும் நகருக்குப் போக இரண்டு பாதைகள் உண்டு. ஒன்று நாட்டுப்புறத்து மண் சாலை; இன்னொன்று தார் அல்லது சிமின்ட் சாலை. ஏ - யிவிலிருந்து பி - யில் வசிக்கும் நண்பனைப் பார்க்கச் செல்லும் ஒருவன் நாட்டுப்புற மண்சாலையில் மெள்ள மெள்ளப் போகலாம்; அல்லது, பெரும்சாலையில் ஏறி வேகமாகப் போய், அடுத்த திருப்பத்தில் திரும்பி, பி-க்குப் போய்ச் சேரலாம். ஏ - க்கும், பி - க்கும் உள்ள தூரம் குறைவாக இருந்தால் மண்சாலையில் போய்விடலாம். ஆனுல், தூரம் அதிகமாக இருந்தால், நல்ல பெரும்சாலையில் போவதுதான் நல்லது. தூரம் அதிகமானுலும், வேகமாகப் போய், முன்னுல் போய்ச் சேர்ந்துவிடலாம்.

மொஹொரோவிஸிக் இந்த உதாரணத்தைக் காட்டி, பூகம்ப அலைகள் பரவுவதை விளக்க முயன்ருர். பூமியின் மேற்பரப்பிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் உள்ள பாறைகளின் வழியே போனுல், மேலோட்டில் உள்ள பாறைகளின் வழியே போவதைவிட இன்னும் வேகமாகப் பூகம்ப அலைகள் போகும் என்று அவர்



படம்: 24-b. பூகம்ப அலைகள் பரவுதலில் தொடர்ச்சி அற்றுப்போதல் (மொஹொரோவிஸிக் விளக்கியது). பூமியின் ஆழத்தின் வழியே செல்லும் பூகம்ப அலைகள் மிகத் தொலைவில் உள்ள இடங்களை முதலில் சென்று அடைந்துவிடுகின்றன. மேலே காணும் கோடு தாமதமாக அலைகள் பரவுவதைக் காட்டுகின்றது. கீழே உள்ள கோடு வேகமாக அலைகள் பரவுவதைக் குறிக்கின்றது.



படம்: 25. புவேர்ட்டோ ரீக்கோவிற்கு அருகில் பூமியின் மேலோட்டுப் பகுதிகள் விளக்கி வரையப்பட்டிருக்கிறது. (லமாண்ட் புவி-இயல் கூடம் வரைந்த படம்).

Density of Rocks — பாறைகளின் அடர்த்தி

சொன்னார். தூரத்தில் உள்ள ஒரு பூகம்ப இயல் நிலையத்தை அடையும் ஓர் அலை மிகவும் ஆழத்தில் உள்ள பாறை வழியே சென்றால், அது வேகமாகவும் முந்தியும் போய்ச் சேரும். ஐரோப்பாக் கண்டத்தில் இப்படிப் பூகம்ப அலைகள் மிக வேகமாகப் பரவும் பாறைகள் பூமியின் மேற்பரப்பிலிருந்து 35 மைல் ஆழத்தில் இருப்பதாகவும், அந்த ஆழப்பாறைகளின் ஊடாக அலைகள் மேற்பரப்பில் செல்வதைவிட சுமார் இரண்டு மடங்கு அதிக வேகத்தில் செல்வதாகவும், மொஹொரோவிஸிக் கணக்கிட்டுக் கூறினார். பொதுவாக கனமான பொருள்களின் ஊடே பூகம்ப அலைகள் அதிக வேகத்தில் பரவுவதால், மேலோட்டில் உள்ள கருங்கல், பஸால்ட்டுப் பாறைகளைவிட ஆழத்தில் உள்ள பொருளின் அடர்த்தி மிகுந்திருக்க வேண்டுமென்றும் அவர் சொன்னார். உதாரணமாக, இந்த ஆழத்தில் உள்ள பாறைகளில் மேலோட்டில் உள்ளதைவிட இரும்பு மிக அதிகமாக இருக்கிறது.

மேலோட்டிற்கும், ஆழத்தில் உள்ள கனப் பகுதிக்கும் இடையே உள்ள இந்த எல்லையை "போர்வை" (உறை - மான்ட்டில்) என்று சொல்லுவோம். இந்தப் போர்வை பூமியெங்கிலும்

உள்ளது என்று பின்வந்த ஆராய்ச்சிகள் நிரூபித்துள்ளன. கண்டப் பகுதிகளில் இந்த எல்லை இருபது மைல் ஆழத்தில் உள்ளது. கடல் தரைகளில் மேலோடு மெலிந்திருக்கும். அங்கு இந்த எல்லையைக் கடலின் அடித்தளத்திலிருந்து மூன்றே மைல் ஆழத்தில் காணமுடியும்.

ஆங்கிலேயர்களுக்குப் பிறநாட்டுப் பெயர்கள் வாயில் நுழைவது கடினம். எனவே, இந்த மொஹொரோவிஸிக் எல்லையை 'மோஹோ' என்று சுருக்கிச் சொல்கிறார்கள். 'மோஹோ' எல்லை வரையில் பூமியில் துளைபோடும் முயற்சிக்கு 'மோஹோத் துவாரம்' (மோஹோல்) என்று சொல்கிறார்கள். கண்டப் பகுதிகளில் இருபது மைல் துளைபோடுவது முடியாத காரியம். எனவே, கடலடியிலிருந்து இடுகிறார்கள் அதற்கும் ஒரு கப்பலிலிருந்து துளைக்கருவிகளை கடலடி வரை இறக்கிவிட வேண்டும். கடல் பல மைல் ஆழமிருக்கலாம். ஆனாலும், துளைபோட வேண்டியது அடித்தளத்திலிருந்து இரண்டு மூன்று மைல் ஆழம்தான். 25-ஆம் படம் புவேர்ட்டோ ரீக்கோவிற்கு அருகில், பூகம்ப அலை, ஈர்ப்பு முதலியவற்றை அளந்து அந்தப் பகுதியின் பக்கவாட்டத் தோற்றத்தைக் காட்டுகிறது. இப்படம் லமாண்ட் புவி - இயல் கூடம் தயாரித்தது. எந்த இடத்தில் துளை போட்டால் நல்ல பயன் கிடைக்கும் என்று அம்புக் குறி காட்டுகிறது.

வாஷிங்டன் நகரத்தில் உள்ள கடற்படை ஆராய்ச்சி நிலையத்தில் 1952-ஆம் ஆண்டு கோடைகாலத்தில், ஒருநாள் கடலாழத்தில் துளைபோடும் திட்டம் உருவாயிற்று. பின்பு, தேசீய விஞ்ஞானக் கழகம், தேசீய ஆராய்ச்சிக் கவுன்சில் - ஆகியவற்றின் ஆதரவில், இது ஒரு பெரிய தேசீயத் திட்டமாக வளர்ந்தது. கடலடியில் துளை போடும் வித்தையில் அனுபவம் மிகுந்த எண்ணெய்க் கம்பெனிகள் பல இதற்கான தொழில் நுணுக்க உதவிகளை அளிக்க முன் வந்தன. தேசீய விஞ்ஞானக் கழகமும், ஆராய்ச்சிக் கவுன்சிலும், 1961-ல் ஓர் அறிக்கையை வெளியிட்டன. "லா ஜொல்லா குவாடலூப் பகுதிகளில் ஆழக்கடலில் துவாரமிட்ட சோதனை" என்பது அதன் பெயர். முதல் முயற்சிகளை அது கீழ்வருமாறு சுருக்கிக் கூறுகிறது :

"1961 ஏப்ரல் மாதத்தில் உலகிலேயே முதன்முதலாகக் கடலில் துளையிடும் பரிசோதனைகள் வெற்றிகரமாக முடிந்தன. பூர்வாங்கத் திட்டத்திற்கும் ஆயத்தங்களுக்குமாக இரண்டு ஆண்டுகள் பிடித்தன. துளைபோடும் கப்பல், அதில் இருக்க வேண்டிய சாதனங்கள்—ஆகியவற்றுக்கு 'மாதிரி'கள் தயார் செய்யப்பட்டன. பிறகு, பொறி இயல் வரைப்படங்களைத்

தயாரித்து, சாதனங்களை வாங்கினார்கள். கப்பல்தளத்தை அமைத்த பிற்பாடு, ஆழ்கடலில் வேலை தொடங்கிற்று.

" கலிஃபோர்னியாவில் ஸான்ட்டியோகோ கப்பல் துறைகளில் இதற்காக 'கஸ்-1' என்ற கப்பலைத் திருத்தி அமைத்தார்கள். லா ஜொல்லாவுக்கு அருகே ஓரிடத்தில் மார்ச் மாதம் முதல் பரிசோதனைகள் நடந்தேறின. 3111 அடி ஆழமுள்ள நீருக்கடியில், 1035 அடி ஆழத்திற்கு, ஐந்து இடங்களில் கடல் தரையைக் குடைந்து துளையிட்டார்கள். பிறகு, மெக்ஸிக்-கோவில் குவாடலூப்புத் தீவுக்கு நாற்பது மைல் கிழக்கே கப்பலைக் கொண்டுசென்று, துளையிடத் தொடங்கினார்கள். நடுக்கடலில், அதாவது உண்மையான கடல் சூழ்நிலையில் செய்த பரிசோதனை இது. அங்கு கடலின் ஆழம் 11,672 அடி. கப்பல் ஓரிடத்தில் நிதானமாக நிற்பதே கடினம். ஸோனார், ரேடார் இவற்றின் உதவியால், பக்கத்தில் நிலையாக மிதக்கப்பட்ட மிதவைகளின் தொலைவுகளை அளந்து, படகுகளின் புறத்தே அமைக்கப்பட்ட நான்கு மோட்டார்கள் துணை செய்ய, துளைக்குமேலே, இடம் தவறாமல் கப்பலால் நிற்க முடிந்தது.

"துளைக்கும் குழாயை இறக்கி, மிருதுவான கடல் தரையில் முடிந்த இடங்களில் எல்லாம் துளையிட்டனர். ஒரு துளையில் மறுபடியும் துளைக்கருவியை நுழைக்கவோ, துளையிட உதவும் திரவத்தை மீண்டும் செலுத்தவோ வழி இல்லை. துளைக்குழாய்களிலிருந்தே கம்பிகளை விட்டு, பூமியின் உட்பொருள்களை மேலே கொண்டுவந்தார்கள். இப்படி ஐந்து துளைகள் இடப்பட்டன. ஒவ்வொன்றும் இடப்பட்ட நோக்கம் வேறு வேறு. முதலில் 601 அடி ஆழம் துளையிடப்பட்டது. 557 அடிஆழத்தில் கிடைத்தது பெரும்பாலும் 'மையோஸின்' கசிவுதான். அதற்குக் கீழ் 44அடி ஆழத்திற்குப் 'பஸால்ட்டு' கிடைத்தது, கடலில் இரண்டாவது படிவம் உள்ளதற்கு இந்த பஸால்ட்டு தான் சான்று.

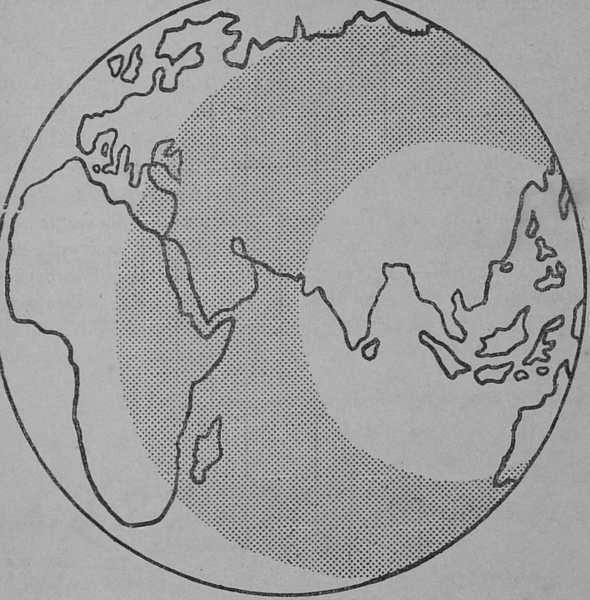
" புவி-இயல் துறையில் பத்துவகை அளவைக் குறிப்புக்கள் பதிவு செய்யப்பட்டுவந்தன. ஆழத்தில் உள்ள கசண்டின் வெப்பத்தை அளந்தனர். ஆழ்கடல் நீரோட்ட அமைப்பையும் ஒரு புதுமுறையில் பதிவு செய்தனர். வைரக் கூர்கள் கொண்ட துளைக்கருவியால் துளையிட்டுக் குடையப்பட்ட பஸால்ட்டைக் கம்பிகளின் மூலமாக வெளியே எடுத்துப் பார்த்தார்கள்.

" நிலத்தில் துளைப்பதைப்போலவே, ஆழ்கடல் தரையிலும் துளைக்க முடியும் என்பதும், வைரக்கூர்களை மாற்றும் அவசியம் நேராதவரையில், அவற்றைக்கொண்டு நிலத்தைப்

போலவே கடல் தரையையும் வெற்றிகரமாகத் துளைக்கமுடியும் என்பதும் தெளிவாகத் தெரிந்தன.''

பூமியின் ஆழப் பகுதி

பூமியின் ஆரத்தோடு ஒப்பிட்டால், அதன் மேலோடு என்ன அளவுள்ளது ? ஓர் ஆப்பிள் பழத்தின் தோலுக்கும், அப்பழத்தின் ஆரத்துக்கும் உள்ள விகிதம்தான் அது. 'மோஹோ' திட்டம் — பூமிக்குள் உள்ள (போர்வையின்) அமைப்பைக் கண்டுபிடிப்பது— எப்படி உள்ளது என்ருல், ஆப்பிள் தோலேத் துளி சுரண்டி, பழம் உள்ளே சிவப்பாக இல்லே, வெள்ளையாக இருக்கிறது என்று கண்டு பிடிக்கிற மாதிரிதான். இதுவே ஒரு வெற்றிதான் அல்லவா? ஆனுல் முதல்படிதான் இது. பூமியின் மையம்வரை நம்மால் துளைபோட முடியாது. தோலேச் சுரண்டுகிற அளவுக்குத்தான் நம்மால் செய்ய முடியும். ஆயினும் பூகம்ப அலேகளை ஆராய்ந்து, பூமியின் உட்புறம் பற்றி அறிய, செய்திகளைச் சேகரிக்க முடியும். மொஹொரோவி ஸிக்கு எல்லேயை அப்படித்தான் கண்டுபிடித்தார்கள். பூகம்பம் கடுமையாக இருந்து, அப்போது பூமி எங்கிலும் உண்டாக்கப்படும் அலேகளைப் பதிவு செய்ய முடிந்தால், வெவ்வேறு இடங்களில் அவை வந்து சேர்வதைப் பரிசோதிக்க முடியும். பூமியின் மையம் எப்படி இருக்கும் என்றுகூட, அதன் மூலமாக நம் அகக்கண்ணுல் காண முடியும். இப்படி வெகுதூரம் பதிவாகும் பூகம்பங்களில் ஓர் அதிசயம் புலப்பட்டிருக்கிறது. என்னவெனில், இந்தப் பூகம்பங் களின் அலேகள் சில இடங்களில் தெரியாமலே போய்விடுகின்றன. அப்படி ஓர் அகன்ற பகுதி நம் பூமியின் மேற்பரப்பில் இருக்கிறது. இதை நிழற்படலம் என்கிருர்கள். 26-ஆம் படத்தைப் பாருங்கள். பூகம்பம் பெரு நாட்டில் உண்டானுல், பூமியின் மேற்குப்பாதி அரைவட்டம் முழுவதும் அதன் கலக்கம் தெரியும். அதேபோல பூகம்பம் உண்டான இடத்திற்கு நேர் எதிரே பூமியின் மறுபக்கத் தில் (கீழ் அரைவட்டத்தில்) உள்ள இந்தியா, இந்தோசீனு, கிழக்கு இந்தியத் தீவுகள் ஆகிய இடங்களிலும் தெரியும். ஆனுல், ஸைபீரியா, அரேபியா, மேற்கு ஆப்ரிக்கா, இந்துமகா சமுத்திரம், தென்கிழக்கு ஆஸ்திரேலியா, மேற்கு பஸிபிக் ஆகிய - இடங்களின் வழியே செல்லும் ஒரு பகுதியில் பூகம்ப அலேக்கருவிகளில் ஒன்றும் பதிவாகியிராது. மேலும், பூகம்பம் பிறந்த இடத்திற்கும் நிழற்பகுதியின் வெளியோரத்திற்கும் இடையில், பூமியின் மேற் பரப்பை நோக்கிப் பரவும் அலேகளில் 'அமுக்க' அலேகள், 'ஷியர்' அலேகள் என்னும் இரண்டும் காணப்படும். ஆனுல் நிழற்பகுதிக்கு உள்பட்ட வட்டமான பகுதியில் அமுக்க அலேகள் மட்டும்தான் காணப்படும்.

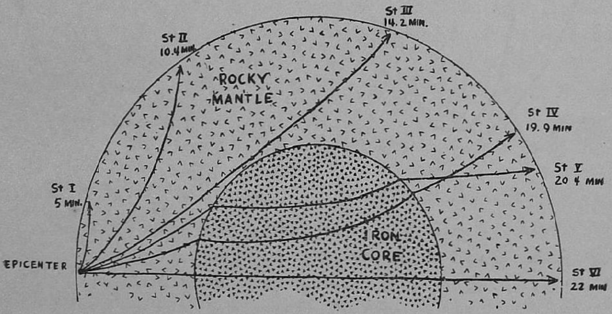


படம் : 26. பெருவிலிருந்து புறப்படும் பூகம்ப அலைகள் பரவாத சில இடங்களை இந்தப் படம் காட்டுகிறது. (வரம்பு இத்தனை கருக்காக இராது. இங்கு சற்று மிகைப்படுத்தியே காட்டப்பட்டுள்ளது).

இந்த ஆச்சரியமான செய்திகளை எப்படி விளக்குவது? பூமியின் உட்புறத்தில் மிகக் கனமான பொருளால் அமைந்த திரவம் இருக்கவேண்டும். பூமியின் மையத்திலிருந்து அதன் ஆரத்தில் சுமார் அறுபது சதவிகித அளவுவரை, அந்தத் திரவம் பரவியிருக்கவேண்டும். ஷியர் அலை திரவப் பொருளின் வழியாகச் செல்லாது. எனவே, பூகம்ப அலையானது புறப்பட்ட இடத்திலிருந்து உள் வழியாகச் சென்று பூமியின் மறு பாதியை அடைவதை அந்தத் திரவம் தடுத்துவிடும். ஆனல், அமுக்க அலைகளை ஏந்திச் செல்லும் அந்தக் கனமான திரவமானது — சூரியனின் கதிர்களைக் குவித்து ஒருமிக்கும் பூதக்கண்ணுடியைப் போல — பூகம்பஅலை பிறந்த இடத்திற்கு நேர் எதிரே உள்ள பகுதியில் குவித்து அனுப்பும். குவிக்கப்பட்ட இடத்தைச் சுற்றி அலை நடுக்கம்

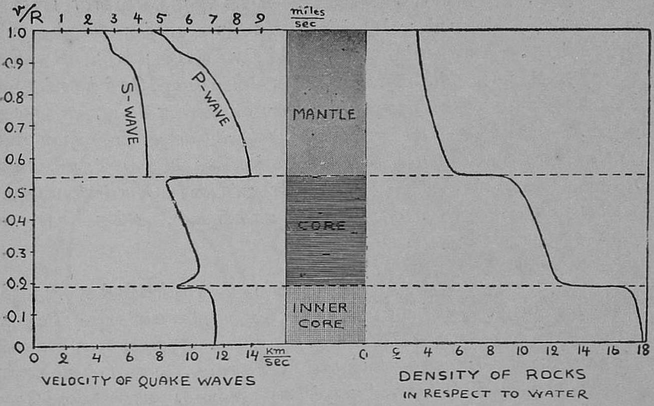
தெரியாது. பூகம்ப அலைகள் உலகில் பரவும் விதம் இதுதான்: 27-ஆம் படம் இதை நன்கு காட்டுகிறது.

பூமியின் மேற்பரப்புக்கும் மையத்திற்கும் இடையே வெவ்வேறு ஆழங்களில் நிலநடுக்க அலைகள் பரவும் வேகங்களை 28-ஆம் படம் காட்டுகிறது. இது மிகச் சமீப காலத்தில் செய்த ஆராய்ச்சி. பெனோ கூட்டென்பெர்க் என்ற பிரபல பூகம்ப அறிஞர் செய்தது. அமுக்க அலைகள், ஷியர் அலைகள்—இரண்டுமே பூமிக்குள் சுமார் 1800 மைல் தூரம் வரையுள்ள ஆழத்திற்கு முதலில் செல்லக் காண்கிறோம். திரவப் பொருளின் மூலமாகச் செல்லமுடியாத ஷியர் அலைகள் 1800 மைல் ஆழம் போகின்றன என்றால், அந்த ஆழம் வரையில் — அதாவது மேற்பரப்பிலிருந்து மையத்தை நோக்கி சுமார் பாதிதூரம் வரையில் — பூமி கெட்டிப் பொருளாக இருக்கிறது என்பதுதான் அர்த்தம்.



படம்: 27. பூகம்ப மையத்திலிருந்து பூமியின் மேற்பரப்பிலுள்ள பல ஆராய்ச்சிக் கூடங்களுக்கு பூகம்ப அலைகள் செல்லும் வேகங்களும் வகைகளும்.

Rocky Mantle—பாறைப் போர்வை
Epicenter—பூகம்ப மையம் (பூகம்ப அலைகள் உண்டாகும் இடம்)
Iron Core—இரும்பு நிறைந்த பூமியின் உட்புற மையம்
St. I — முதல் ஆராய்ச்சிக்கூடம் (8 நிமிஷம்)
St. II — இரண்டாவது ,, (10·4 நிமிஷம்)
St. III — மூன்றாவது ,, (14·2 நிமிஷம்)
St. IV — நான்காவது ,, (19·9 நிமிஷம்)
St. V — ஐந்தாவது ,, (20·4 நிமிஷம்)
St. VI — ஆறாவது ,, (22 நிமிஷம்)



படம் : 28. பூமியின் உடலமைப்பின் இயல்புகள்

கீழே இடது பக்கம் : பூகம்ப அலைகளின் வேகம் (ஒரு விநாடிக்கு எத்தனை கிலோ மீட்டர் என்ற அளவில்)

மேலே இடது பக்கம் : (விநாடிக்கு எத்தனை மைல்)

கீழே வலது பக்கம் : பாறைகளின் அடர்த்தி (நீரின் அடர்த்தியை அடிப்படையாகக் கொண்டது)

நடுவில் : Mantle — மேலோட்டை ஒட்டியுள்ள எல்லை அல்லது போர்வை

Core — போர்வைக்குக் கீழுள்ள பூமையம்

Inner Core — பூமியின் உட்புற மையம்

P - wave — அமுக்க அலை S - wave—ஷியர் அலை

குழைமம்மிகு போர்வை

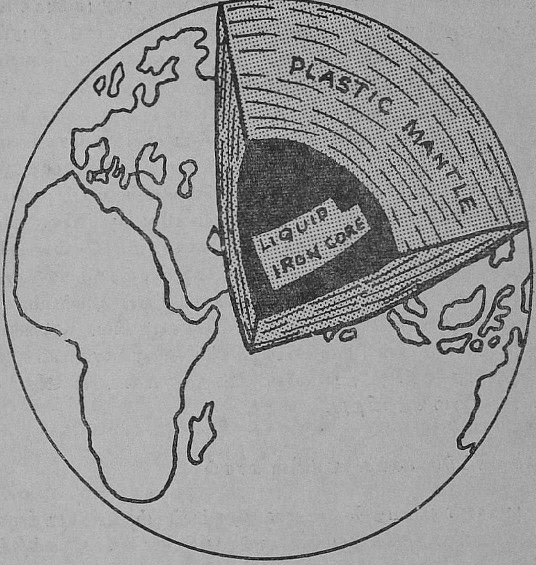
நில நடுக்கத்தின் ஷியர் அலைகள் பூமியின் மையத்தை நோக்கிப் பாதி தூரம்வரை போகும் என்பது, நாம் முன் சொன்ன ஒரு செய்திக்கு முரணாகத் தோன்றும். பூமியில் மேலோட்டின் மேற்பரப்பிலிருந்து கீழே போகப்போக, வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் அளவைப் பார்த்தால், மேற்பரப்புக்கு முப்பது மைல் ஆழத்திலேயே பாறைகள் உருகும் நிலை வந்துவிடும் என்று முன்பு சொன்னோம். இந்தப் பாறைக்குழம்பு அரைகுறைத் திரவமாயிற்றே, ஷியர் அலைகளை இது இன்னும் பெரிய ஆழத்திற்கு எப்படிக் கொண்டுசெல்கிறது என்றும், போகப் போக வெப்பம் பெருகி பாறை இன்னும் திரவமாகவல்லவா இருக்கும் என்றும் கேட்கத்

தோன்றும். இதற்கு விடையுண்டு. அதிக ஆழத்திலுள்ள பாறைகளை உயர்ந்த வெப்பம் மட்டுமின்றி, மிகமிக உயர்ந்த அழுத்தமும் பாதிக்கிறது. பொருளுக்கு ஒரு விசித்திர இயல்புண்டு. மிக மிக உயர்ந்த அழுத்தமும், மிகவும் அதிக வெப்பமும் சேர்ந்தால் ஒரு பொருளுக்கு ஓர் அசாதாரணத் தன்மை உண்டாகிறது. அதாவது திடம், திரவம் — ஆகிய இருவகைப் பொருள்களின் குணமும் அதில் ஏறுகிறது. வலுமிக்க வெளிச் சக்திகள் சிறிது நேரம் வேகமாகத் தாக்கினுல், அந்தப் பொருள் ரப்பரைப்போல் இயங்கும். வலுவில்லாத சக்திகள் வெகுநேரம் தாக்கினுல், அதே பொருள் திரவத்தைப்போல் இயங்கும்.

முத்திரையிடும் அரக்கைப்போன்ற பொருள்களுக்கு இந்தக் குணம் உண்டு. அரக்குக் குச்சியை இரு முனைகளிலும் பிடித்து வளைத்தால் கண்ணுடிபோல் உடைந்துவிடும். ஆனுல், ஒரு சுவரில் பக்கவாட்டில் பொருத்திவைத்தால் (அதாவது, ஒரு பக்கம்தான் பிடிப்பு இருக்கும்), பல நாட்களுக்கோ அல்லது வாரங்களுக்கோ பிறகு, (அறையின் வெப்ப நிலைக்கேற்ப) அது தன் பளுவினுலேயே கீழ்நோக்கி வளைந்திருப்பதைக் காணலாம்.

அதிக வெப்பமும், அழுத்தமும் நிறைந்து பூமிக்குள் "போர்வை"யாக இருக்கும் பாறைகளுக்கு இந்தக் குணம் இருக்கவேண்டும். தம்மீது அமர்ந்திருக்கும் கண்டங்களை ரப்பர் மெத்தைபோல தாங்கிக்கொடுக்க, அவை உதவுகின்றன. பல்லாயிரம் ஆண்டுவாக்கில், அவை உள்நோக்கிப் படியும் அல்லது வெளிநோக்கி விம்மும். இந்த மெத்தைக்குணம், நம் பூமியின் மேற்பரப்பில் காணும் பலவகை வளர்ச்சிக்கு காரணமாக அமைகிறது.

ஆனுல், பூகம்ப அலைகளால் பல தரப்பட்ட வேக சக்திகள் எதிர்ப்படும்போது இந்தப் போர்வை மெள்ளத்தான் அசைந்து கொடுக்கும். ஏதோ ரப்பர்க் கட்டியைப்போல் சற்று அமுக்கிக் கொடுக்கும். இரண்டாம் அத்தியாயத்தில் கடலேற்றங்களைப்பற்றி கூறும் பொழுது, சூரிய சந்திரர்களின் ஈர்ப்பால் ஒவ்வொரு 12 மணி நேரத்திலும் பூமியின் உடல் முழுவதும் உருமாறுகிறது என்றும், பாறைகளிலும் ஏற்றவற்றம் உண்டாகின்றன என்றும் சொன்னேம். இவற்றை அளந்து பார்த்து, பிரிட்டிஷ் பௌதிக நிபுணரான கெல்வின் பிரபு எஃகைப் போன்று, பூமி மிகவும் கடினமானது என்னும் முடிவுக்கு வந்தார். அதாவது, பூமிக்குள் இருக்கும் 'போர்வை"ப் பாறைகள் திரவதிட குணங்கள் கொண்டவை என்பதை அறிய 12 மணிநேரம் போதாது என்பது அர்த்தம். ஆனுல், நீண்டகால அளவில் அந்தப்பாறைகள் தேன்போல் ஒழுகி ஓடும். அதைப்பற்றி அடுத்த அத்தியாயத்தில் பார்ப்போம்.



படம்: 29. மேலோட்டுக்கருகில் உள்ள குழைமம் நிறைந்த போர்வையும் அதன் கீழே திரவமாக உள்ள இரும்பு மையமும் (இரும்பு மையம் கறுப்பாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது).

இரும்பு மையம்

1800 மைல் ஆழத்திற்கு அப்பால், நம்முடைய பூப்பொருளின் இயல்புகள் திடீரென்று மாறுகின்றன. அதற்கும் அப்பால் ஷியர் அலை ஏதும் புகமுடியாது. அதாவது, அங்கிருந்து திரவப்பொருள் தொடங்குகிறது என்பது பொருள். அமுக்க அலைகளின் வேகமும் மிகவும் குறைந்துவருகிறது. நீரைவிட இந்தத் திரவம் பத்து மடங்கு அடர்ந்தது என்று தெரிகிறது. பூமியின் இந்த மையம், இரும்பு, நிக்கல், குரோமியம் - இவை கலந்த வெங்குழம்பு என்று எல்லோருமே (சில பூபௌதிகர்களைத் தவிர) இப்போது ஏற்றுக் கொள்கிறார்கள். இதை நேராக நிரூபிக்க வழியில்லை. ஆனால் சந்தர்ப்பச் சான்றுகள் நிறைய உண்டு. அந்த ஆழத்தில் உள்ளதற்குச் சமமாக உயர்ந்த அழுத்தத்தை உண்டாக்கி, அதில் இரும்பைக் கொடுத்தால் இரும்பின் அடர்த்தி மாறும். இந்தப் புதிய அடர்த்தி பூமியின் மைய அடர்த்திக்குச் சமமாக இருக்கிறது.

வானியல் சான்றுகளைக் கொண்டு பார்த்தால், பிரபஞ்சம் எங்கும் இரும்பு நிறைந்து கிடக்கிறது. ஆனால், பூ மி யி ன் மேற்பரப்பில் சொற்பமாகத்தான் இருக்கிறது. அதாவது, மிகவும் கனமாக இருப்பதால் பெருமளவு பூமியின் மையத்தை நோக்கி அது ஆழ்ந் திருக்கவேண்டும். பூமியின் மேற்பரப்பில் உள்ள க ரு ங் க ல் பாறைகளில் அநேகமாக இரும்பு இல்லை என்றே சொல்லலாம். கீழே உள்ள பஸால்ட்டுப் பாறையில் இரும்பு அதிகமாக இருக் கிறது. அதற்கும் கீழேயுள்ள 'போர்வை'யில் இரும்பு மேலும் அதிகமாகத்தான் இருக்கவேண்டும். எனவே, பூமியின் மையம் வெறும் இரும்பாகவே இருந்தாலும் இருக்கலாம். செவ்வாய்க்கும் வியாழனுக்கும் நடுவில் ஒருகாலத்தில் சுற்றிய கிரகத்தின் துண்டு களான அண்டவெளிப் பாறைகள் பெரும்பாலும் இரும்பும், சிறிது நிக்கலும், சிறிது குரோமியமுமே கொண்டவை. ஆகையால், நம்முடைய பூமியின் முழு அடர்த்தியில் அரைக்கால் பங்கு இரும் பால் ஆனது என்றும், பூமியின் மொத்த எடையில் அது கால் பங்கு என்றும் தெரிகிறது.

திசை காட்டும் காந்த ஊசியின் மர்மம்

பூமியின் மையத்தில் உள்ள இரும்புக்கும், பல நூற்றுண்டு களாக மனிதர்களைக் குழப்பிவரும் பூமியின் காந்த சக்திக்கும் ஏதோ தொடர்பு இருக்கிறது. பூமியின் மையத்தில் ஒரு பெரிய காந்தம் இருப்பதாகவும், பூமி சுற்றும் அச்சை நோக்கி அது சற் றுச் சாய்ந்திருப்பதாகவும், அதனால்தான் பூமியின் மேற்பரப்பில் காந்தப் பரப்பு உள்ளதென்றும், காரல் ஃப்ரீட்ரிக்கு கௌஸ் என்ற பிரபல ஜெர்மன் கணித நிபுணர் சொன்னர். பூமியின்மேல் உள்ள காந்தப் பரப்பை பின்பு பலர் ஆராய்ந்தனர். கௌஸ் சொன்னதில், முதல் பகுதி சரியானது என்றும், ஆனல் ஒற்றைக் காந்தப் பரப்பிலிருந்து சில மாறுதல்கள் ஆங்காங்கு தோன்றுகின் றன என்றும், இந்த மாறுதல்கள் பூமியின் மேலோட்டில் உள்ள இரும்புப் பொருள்களில் காந்த சக்தி ஏறியதால் வந்த விளைவுகள் என்றும், இந்த ஆராய்ச்சிகள் தெரிவிக்கின்றன. இந்த மாறிய காந்தப் பரப்புக்கள் மேற்கு நோக்கிச் செல்கின்றன. சுமார் 1600 ஆண்டுகளில், பூமியை 36 தடவை சுற்றிவிடும் அளவுக்கு அந்தப் பரப்புக்களின் வேகம் அமைந்துள்ளது. முக்கியக் காந்தப் பரப்பு பூமியின் மைய உடலால் ஏற்பட்டது என்றும், மாறிய காந்தப் பரப்புகள் மேலோட்டில் உள்ள காந்தப் பொருள்களால் ஏற்பட் டவை என்றும் இருந்தால், இவற்றல் ஏற்படும் விளைவு என்ன? பூமியின் மேலோடு வருடத்திற்கு பதினேழு மைல் வீதம் கிழக்கு நோக்கி நகர்கிறது என்று கொள்ளவேண்டும்.

படம் : *30.* வடக்குக் காந்த துருவம் இடம் மாறிய கதை. (அமெரிக்காவின் பாறைகளை ஆராய்ந்து, காந்த துருவம் நகர்ந்துள்ள பாறையைக் காட்டுகிறது கறுப்புக் கோடு. அதற்கு மேல் விட்டுவிட்டுச் செல்லும் கோடு, ஐரோப்பாவின் பாறைகளை ஆராய்ந்து, காந்த துருவம் நகர்ந்துள்ள பாதையைக் காட்டுகிறது).

North Pole—வட துருவம்
1 — காந்த துருவம் இன்று உள்ள இடம்
2 — டிரியாஸ்ஸிக் யுகத்தில் காந்த துருவம் இருந்த இடம்
3 — ஸைலூரியன் யுகத்தில் காந்த துருவம் இருந்த இடம்

பூமியின் மேலோடு நகருவதற்கு இன்னொரு சான்று பூமியின் தொல்காந்த சக்தியை ஆராய்ந்தால் கிடைக்கும். கோடானுகோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, பல யுகங்களில் காணப்பட்ட பூமியின் காந்த சக்தியைப் பலர் ஆராய்ந்து வருகிறார்கள். அந்தக் காலத்தில் பௌதிக நிபுணர்கள் கிடையாது. ஏன் ? மனிதர்களே இல்லை. அப்போது பூமியில் வாழ்ந்த டைனஸார்களுக்கும் ட்ரைலபைட்டுகளுக்கும் இந்தப் பிரச்னையில் அக்கறை கிடையாது. ஆனால், வெவ்வேறு யுகங்களில் தோன்றிய பாறைகளில் அடைபட்டுள்ள காந்த சக்தியை ஆராய்ந்தால், நம்பகமான பல தகவல்கள் கிடைக்கும்.

பல கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன், இரும்புக் கூட்டுப் பொருள்கள் அடங்கிய செம்பாறைக் குழம்புகளை எரிமலைகள் பூமியின்மீது அதன் மேற்பரப்பில் கக்கியபொழுது, அந்தப் பாறைகள் அப்பொழுது இருந்த காந்தப் பரப்புக்கு இசைய, காந்த சக்தி ஏறியிருக்கும். அந்தக் காலத்தில் காந்தத் துருவங்கள் அமைந்ததற்கு ஏற்ப, இந்தப் பாறைக் குழம்பும் புதிதாக ஏறிய காந்த சக்தியோடு தென் வடலாக இறுகியிருக்கும். அப்போது பல அண்டவெளிக்

கற்கள் பூமியை நோக்கி வந்து எரிந்து, மிகத் தொன்மையான ஏரிகளிலும், ஆழமற்ற கடல்களிலும் விழுந்திருக்கும். அத் துகள் கள் விழுந்த இடத்தில் ஏற்கனவே இருந்த மற்ற பொருள்களோடு கலந்து காந்தமேறி, அந்தக் காலத்துத் தென்வடல் போக்கிலேயே அமைந்திருக்கும். வெவ்வேறு காலங்களில் வெவ்வேறு இடங்களில் உண்டான பாறைகளின் மிச்ச காந்தத்தை ஆராய்ந்து பார்த் தால், எத்தனையோ பாறைகளில் காந்தம் தென்வடலாக அமைந் திருப்பது தெரிகிறது. அதாவது, அந்தக் காலத்தில் காந்த அமைப்பு அப்படி இருந்திருக்கும் என்று தெரிகிறது. இவற்றை யெல்லாம் ஒருங்கே வைத்துக் கவனித்தால், வெவ்வேறு தொல்யுகங் களில் காந்தத் துருவங்கள் எங்கெங்கு இருந்திருக்கும் என்று அறிய முடியும். முப்பதாம் படத்தில் இந்த முடிவுகள் காட்டப்பட் டுள்ளன. ஸைலூரியன் யுகத்தில் வடக்குக் காந்தத் துருவம் ஜப்பா னுக்கு அருகில் இருந்திருக்கும் என்றும், பின்னர் சுமார் முப்பது கோடி ஆண்டுக் காலத்தில் தற்போதுள்ள இடத்திற்கு நகர்ந்து வந்திருக்கும் என்றும் தெரிகிறது. படத்தில் காட்டியுள்ள இரண்டு வளைவுக் கோடுகள் அமெரிக்க ஐரோப்பியக் கணக்கீடுகளைக் குறிக் கின்றன. இந்த இரண்டு கோடுகள் சேரவே இல்லை. இதற்குக் காரணம், ஆராய்ந்தது முற்றிலும் சரியில்லாமல் இருக்கலாம். அல்லது இரு கண்டங்களும் நகர்வதில் வேறுபாடு இருந்திருக்கும் என்பதுதான்.

பூமியின் மையத்தில் உள்ள இரும்புக் குழம்பே பூமியின் மேற் புறம் உள்ள காந்தப் பரப்பிற்குக் காரணம் என்று ஊகிக்கிறோம். இரண்டிற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பு என்ன என்பதுதான் இன்றைய ஆராய்ச்சியாளரின் முக்கியப் பிரச்னையாக விளங்கு கிறது. பூமியின் மைய இரும்பு, மின்சாரத்தைக் கடத்தும் ஆற்றல் கொண்டதாக இருக்கும். அதில் ஏற்படும் சக்தியின் சலனத்தால், ஏற்ற வடிவமும் வலுவும் கொண்ட காந்தப் பரப்பு உண்டாக வேண்டும். ஆனால், இதைப்பற்றி இன்னும் நமக்குத் தெளிவாகத் தெரியவில்லை.

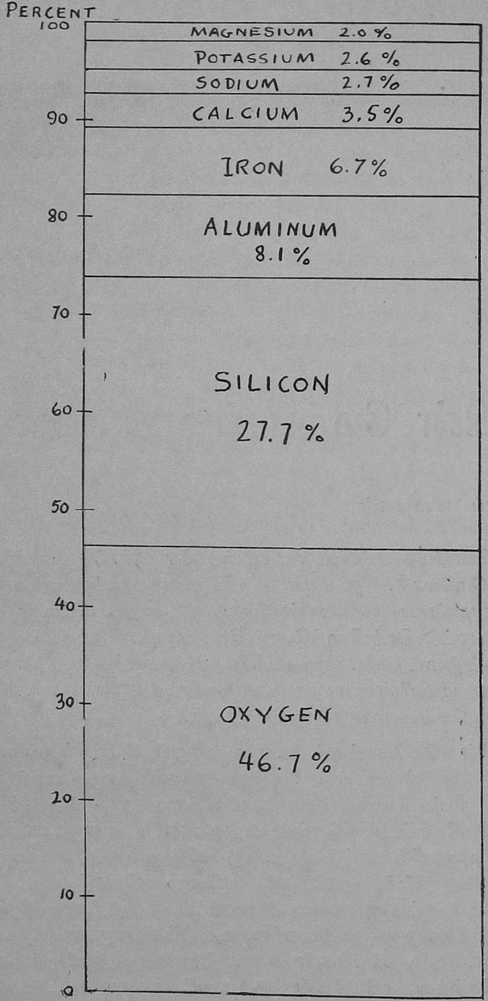
5

பூமியின் மேற்பரப்பு உருவாதல்

சாதாரணப் பாறைகள்

பூமியின் மேற்பரப்பிலுள்ள பாறைகளை ஆராய்ந்து பார்த்தால், பூமியின் மேலோடு, தலைமுறை தலைமுறையாகப் பலர் ஆண்ட கண்டான்முண்டான் சாமான்களை ஒரு பழைய வீட்டின் மாடிப் பரணில் போட்டு நிரப்பினாற்போல் தோன்றும். இந்தப் பழங்கால மிச்சத் தட்டுமுட்டுகளை எல்லாம் புவி-இயலார்கள் ஆராய்ந்து, நம்முடைய பூமியின் பழைய வரலாற்றை ஒரு கோவையாக நிர்மாணம் செய்ய முயன்றிருக்கிறார்கள்.

பூமியின் மேலோட்டில் உள்ள தாதுப் பொருள்கள் எவை ? எந்தெந்த அளவில் உள்ளன ? இது அந்தத் தாதுக்களில் உள்ள ரசாயனத் தனிமங்களின் அளவைப் பொறுத்தது. 31-ஆம் படம் பூமியின் மேலோட்டில் மிகவும் அதிகமாக உள்ள தனிமங்களை, சதவிகித முறையில் காட்டுகிறது. ஆக்ஸிஜனும் (46·7 சதவிகிதம்) ஸிலிக்கனுமே (27·7 சதவிகிதம்) மிகவும் நிறைந்து உள்ளன. எனவே, மேலோட்டின் பாறை அமைப்பில் இந்த இரண்டு தனிமங்களும் சேர்ந்து, ஒரு முக்கியமான கூட்டுப் பொருளாகக் காணப் படுகின்றன. ஒரு ஸிலிக்கன் அணு, இரண்டு ஆக்ஸிஜன் அணுக்களோடு சேர்ந்து, ஸிலிக்கன் ஆக்ஸைட் என்ற கூட்டுப் பொருளின் மூலக் கூறு பிறக்கிறது. இந்த மூலக் கூறுகள், ஓர் ஒழுங்கான முறையில் அடுக்காகச் சேர்ந்து சேர்ந்து, குவார்ட்ஸ் என்ற தாதுப் பொருளின் எழில்மிக்க படிகங்களாகின்றன. 32-ஆம் படத்தைப் பாருங்கள். Si-என்ற குறியீடு ரசாயனிகளின் சங்கேத மொழியில் ஸிலிக்கன் என்னும் பொருளைக் குறிக்கும்.



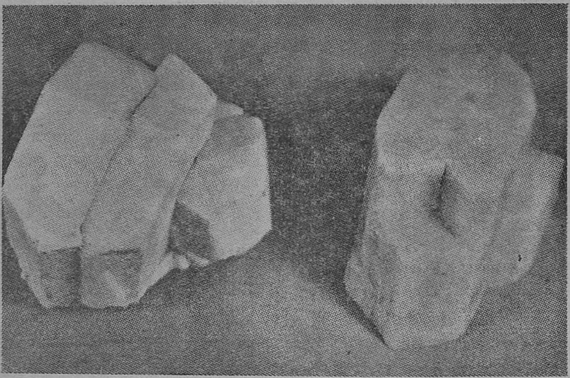
படம் : *31.* பூமியின் மேலோட்டில் ரசாயனத் தனிமங்கள் உள்ள அளவு (சதவிகிதக் கணக்கில்).

மக்னீசியம்—*2·0%*	இரும்பு—*6·7%*
பொட்டாஸியம்—*2·6%*	அலுமினியம்—*8·1%*
சோடியம்—*2·7%*	சிலிக்கன்—*27·7%*
கால்சியம்—*3·5%*	ஆக்ஸிஜன்—*46·7%*

படம் : 32. மடகாஸ்கரில் கிடைத்த ஒரு பிரம்மாண்ட குவார்ட்ஸ் படிகம்.

(Courtesy of the National Bureau of Standards, Boulder, Colorado)

0 என்பது ஓர் ஆக்ஸிஜன் அணுவைக் குறிக்கும். எனவே, குவார்ட்ஸ் படிகத்தின் ரசாயன சூத்திரம் SiO_2. 2 என்ற எண் ஒவ்வொரு மூலக் கூறிலும் இரண்டிரண்டு ஆக்ஸிஜன் அணுக்கள் இருப்பதைக் காட்டுகிறது.



படம் : *33.* ஃபெல்டுஸ்பார் படிகம்.

(Courtesy of R. M. Honea, University of Colorado)

அடுத்தபடியாக நிறையக் கிடைக்கும் தனிமம் அலுமினியம் (ஏஎல்-Al என்பது அதன் ரசாயனக் குறியீடு). அதோடு ஆக்ஸிஜனும் ஸிலிக்கனும் சேர்ந்து ஃபெல்டுஸ்பார் (33-ஆம் படம்) என்ற முக்கியமான தாதுப்பொருள் உண்டாகிறது. அதிகமாக கிடைக்கும் இந்த மூன்று தனிமங்களோடு கால்ஸியம் (Ca), ஸோடியம் (Na), பொட்டாஸியம் (K)—ஆகியவற்றின் அணுக்களும் பெரும் பாலாகச் சேர்ந்து :

$$CaAl_2Si_2O_8$$
$$NaAlSi_3O_8$$
$$KAlSi_3O_8$$

என்ற கூட்டுப் பொருள்கள் கிடைக்கின்றன. இவற்றை, முறையே அனர்த்தைட்டு, ஆல்பைட்டு, ஆர்த்தோக்கிலேஸ் என்று தாதுப் பொருளியலார்கள் கூறுவது வழக்கம்.

முன்பு சொன்ன தனிமங்களின் ரசாயனக் கூட்டுப் பொருள்களோடு மக்னீஸியமும் (Mg), இரும்பும் (அயம் Fe) சேர்ந்தால், ஆகைட்டு போன்ற முக்கியமான பொருள்கள் கிடைக்கும். ஆகைட்டு என்பதை $Ca\,(Mg, Fe, Al)\,(Si, Al)_2O_6$ என்ற ரசாயன சங்கேதத்தால் குறிப்பது வழக்கம். இரும்பு அணுக்கள் மிகவும் கனமாதலால், இந்தத் தாதுவும் மற்ற இரும்புக் கூட்டுப் பொருள்களும் முன் சொன்ன மற்றத் தாதுக்களைவிட மிகவும் கனமாக இருக்கும். ஆனால், மேலே சொன்ன "தூய" தாதுக்களைச் சரி

படம்: 34. பளபளவென்று தேய்க்கப்பட்ட ஒரு கருங்கல்லின் மேற்பரப்பை நுட்ப ஆடி வழியாகப் பார்த்துப் பிடித்த புகைப்படம். "சுத்த" தாதுக்கள் பலவற்றின் படிகங்கள் கருங்கல்லில் சேர்ந்திருப்பதைக் காண முடியும்.

(Courtesy of R. M. Honea, University of Colorado)

யான வடிவுள்ள பெரிய படிகங்களாகக் காண்பது அரிது. ஒரு காலத்தில் உருகிய குழம்பாக இருந்து, பின்பு இறுகிப்போன சாதாரண "அக்னி"ப் பாறைகள் என்பவை, பல "தூய" தாதுக்களின் மிக நுண்ணிய படிகங்களின் கலவை. கண்டப் பகுதிகளில் முக்கியமாகக் காணப்படும் கருங்கல்லானது, சுமார் 31 சதவிகிதம் குவார்ட்ஸ் படிகங்களும், 53 சதவிகிதம் ஃபெல்டுஸ்பாரும், அவ்வளவு அதிகமாகக் கிடைக்காத மைக்கா போன்ற பொருள்கள் சிறிதளவும் அடங்கியதுதான். ஆனல், எரிமலை இயக்கம் அதிகமுள்ள பகுதிகளில் கிடைக்கும் கனமான பஸால்ட்டில் அநேகமாக குவார்ட்ஸே இராது. 46 சதவிகிதம் ஃபெல்டுஸ்பாரும், 40 சதவிகிதம் கனமான ஆகைட்டும் மட்டுமே இருக்கும். 34-ஆம் படம் - நன்ருக தேய்ந்து வழவழவென்றிருக்கும் கருங்கல் பரப்பை மைக்ரோஸ்கோப்போடு இணைந்த கருவியின் மூலம் எடுத்த புகைப் படம் ஆகும்.

மணற்பாறை (Sandstone) என்னும் கல்லை பூதக் கண்ணுடி யின் வழியாகப் பார்த்தால், முற்றிலும் வேறு மாதிரியாக அது காட்சியளிக்கும். நன்கு அழுந்திப்போன மணல் துகளை அதில் காணலாம். கடற்கரையில் அலைகள் கடைந்து கடைந்து ஒதுக் கிய மணலைப் போலவே அவை தோன்றும். மணற்பாறை என் பது மெருகேறிய நுண்ணிய குவார்ட்ஸ் படிகங்களே. கருங்கல் துண்டுகள் ஒரு காலத்தில் நன்ருக அரைக்கப்பட்டு, பிறகு மீண்டும் கெட்டிப் பாளங்களாக அழுந்தி அமைந்த பொருளே மணற்பாறை.

லைம் - ஸ்ட்டோன் (Limestone) என்னும் சுண்ணும்புக்கல்லை நுட்பமான மைக்ரோஸ்கோப்பின் மூலம் ஆராய்ந்தால், அதுவும் முற்றிலும் மற்ருெரு வகையாகத் தோன்றும். சிதைந்த குவார்ட்ஸ் படிகங்களுக்குப் பதிலாக, பூச்சி ஒடுகளும் ஒட்டுத் துண்டுகளும் சேர்ந்த பொருளே அது. அதாவது, புவியின் வரலாற்றில் பல

படம்: 35. சுண்ணும்புக் கல்லின் மேற்பரப்பை நுட்ப ஆடி வழியாகப் பார்த்து எடுத்த புகைப்படம். புராதன உயிர்களின் ஒடுகள் இதில் தெரிகின்றன.

(Courtesy of R. M. Honea, University of Colorado)

யுகங்களுக்கு முன் கடலில் வாழ்ந்த உயிரினங்களின் மிச்சமே அந்த ஒடுகள். இந்தப் பாறைகள் சிலவற்றில் உடைந்த பவழத் துண்டுகள் இருக்கும். நக்ஷத்திர மீன் என்ற ஜந்துவுக்கு உறவான

பழங்காலக் கடல் பூச்சிகளே தாமரை போன்ற பவழங்கள். இவை கடலடிப் பாறைகளில், நீண்ட தண்டுகளில், பல பூச்சிகள் ஒன்ருகச் சேர்ந்து காணப்படும். பழங்காலக் கடலுயிர்களின் கல்லறையே சுண்ணும்புக்கல் அமைப்பு. கரும்பலகையில் நமக்கு எழுத உதவும் சாக்கட்டி, பூந்தோட்டங்களுக்கு நாம் பயன்படுத்தும் சுண்ணும்புத்தூள் (சுண்ணும்புகல்லைச் சூடாக்கி வந்தது இது) — இவையாவும் பழங்காலத்துச் சிறு கடல் உயிர்கள் அளித்தவையே. ரசாயன முறையில் பார்த்தால், சுண்ணும்புக்கல் கால்ஸியம் கார்பனேட்டு ($CaCO_3$) அடங்கிய பொருள் என்பது தெரியும். கடல் உயிர்கள் நீரிலிருந்து இந்த ரசாயனப் பொருளைப் பிரித்தெடுத்து, தங்களுக்கு வேண்டிய காப்புக் கவசங்களையும், குடியிருப்புக்களையும் அதனுல் அமைத்துக் கொள்ளும். (படம்: 35)

உயர்ந்த சலவைக்கல் சாதாரண சுண்ணும்புப் பாறை மாதிரி இராது. சலவைக்கல் மிக்வும் கடினமானது. நுட்ப ஆடியின் மூலம் பார்த்தால், பூச்சி ஒடு, துண்டுகள் - ஒன்றும் அதில் தெரியாது. ஆனுல், சலவைக்கல், சுண்ணும்புக்கல்லைப் போல வெண்ணிறம் உள்ளதுதான். ரசாயன அமைப்பும் அதேதான். சிற்பிகள் பயன்படுத்தும் சலவைக்கல், உள்ளமைப்பு மாறிய சுண்ணும்புக் கல்தான் என்று புவி - இயல் ஆராய்ச்சி கண்டிருக்கிறது. கனச் சுவர்கள் கொண்ட ஒர் இரும்புப் பாத்திரத்தில் சாதாரண சாக்கட்டித்தூளைப் போட்டு, இறுக மூடி அடைத்து, கடும் சூட்டுக்கு உள்ளாக்கினுல், சாக்கட்டி பொரபொர வென்று நல்ல சலவைக் கல் தூளாக மாறிவிடும். பூமியின் மேலோட்டில் உள்ள இடுக்குகளின் வழியாக, உருகிய கற்குழம்பு வெளிப்பட்டு, சுண்ணும்புக் கற்களின் மேல் பரந்து படியும்பொழுது, இயற்கையான சலவைக்கல் உருவாகிறது. மேலே படிந்த இந்தப் பாறையின் கனத்தாலும் சூட்டாலும், கீழேயுள்ள பழங்கால உயிர்களின் ஒடுகளில் உள்ள கால்ஸியம் கார்பனேட்டுப் படிக அமைப்பே மாறிப்போய், சீரான பொடியாகிறது. ஒரு காலத்தில் உயிர்களுடன் சம்பந்தப்பட்டிருந்ததைக் காட்டும் சுவடுகள் மறைந்து விடுகின்றன. இப்படி, மிகுந்த அழுத்தத்தாலும், மிகுந்த வெப்பத்தாலும், பழைய பாறைகளின் பண்டைய படிக அமைப்புமாறி, புதிதாக உருவாகும் பாறைகளுக்கு "மெட்டமார்ஃபிக்கு பாறைகள்" என்று பெயர். அதாவது, 'மாறு பாறை' என்று சொல்லலாம்.

மண்ணரிப்பும் பொருட்படிவும்

நம்முடைய பூமியின் மேற்பரப்பின் இன்றையத் தோற்றம், சிக்கலான பல நிகழ்ச்சிகளின் விளைவு. பூமியின்மீது உள்ள

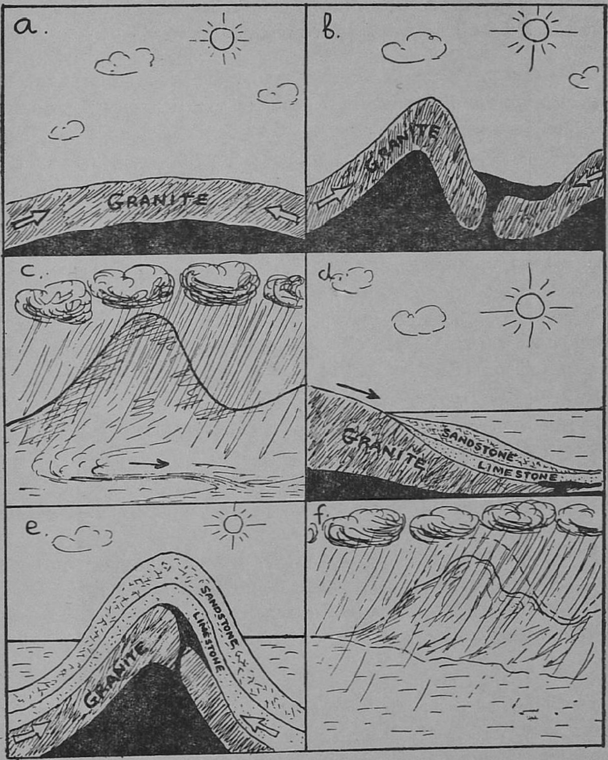
TAMILNADU ARCHIVES LIBRARY
100822 B91

வெவ்வேறு பாறைகளும், அவற்றிற்கிடையே காணும் வேறுபாடு களுமே, இந்நிகழ்ச்சிகளுக்குச் சான்ருக உள்ளன.

தொடர்ந்து, மெள்ள மெள்ள, பூமியின் மேற்பரப்பை மாற்றி வருபவை இரண்டு நிகழ்ச்சிகள். ஒன்று "டெக்டானிக்" இயக்கம். 'கட்டும் இயக்கம்' என்று இதைச் சொல்லலாம். பூமியின் மேற் பரப்புக்குக் கீழே, வெகு ஆழத்தில், இது நிகழ்கிறது. மேலோட்டில் உள்ள பாறைகள் உருமாறுவதும், தகர்வதும், ஒன்றன்மேல் ஒன்ருக அடுக்கப்பட்டு மலைத்தொடர்களாக அமைவதும் இதனுல் தான். 36 a-b படங்களைப் பார்க்கவும். இன்னெரு நிகழ்ச்சி: அரிப்பு. பெருமளவுக்கு நீராலும், சிறிது காற்ருலும் உண்டாகும் இயக்கமே இது. முதல் நிகழ்ச்சிக்கு இது நேர்மாருனது. இது மலைகளை அரிக்கும். நிலப்பரப்பைச் சமன் செய்யும். பூமியில் வாயுமண்டலமோ, நீரோ இல்லாவிடில், சந்திரனில் உள்ளதைப் போல பூமியின் மேற்பரப்பும் முதலில் இருந்தவாறே மாருதிருக் கும். நம்மால் பழங்காலத்தை அப்படியே காணமுடியும். கட்டும் இயக்கம், அரிக்கும் இயக்கம் — என்னும் இரண்டும் சேர்ந்து, நமக்குக் கிடைக்கும் தகவல்களை சிடுக்கும் முடிச்சுமாக ஆக்கு கின்றன. அரிக்கும் சக்திகள் பழைய மலைகளை அடித்துக்கொண்டு போகும். இந்த இடிபாடுகள் ஆழமற்ற உள்நாட்டுக் கடலடியிலும், கடற்கரைகளிலும், அடுக்கடுக்காகப் படிகின்றன. 36 c-d படங் களைப் பார்க்கவும். அடுத்து, பூமிக்குள் ஏற்படும் உந்தலால், மீண் டும் புதிய மலைகள் எழுகின்றன. 36 e-f படங்களைப் பார்க்கவும். இப்படியாக இரண்டு நிகழ்ச்சிகளும் மா றி மா றி வருகின்றன. பெரிய சிக்கல்தான்.

நிலப் பகுதிகளிலிருந்து அடித்து வரப்படும் மணற்கற்களின் படிவின்மீது கடல்வாழ் உயிரினங்களால் உண்டாகும் சுண்ணும்பு பாறைகள் படிகின்றன. இந்தப் படிவுகள் அந்தந்தக் காலத்தில் வாழ்ந்த பிராணி உயிர்கள், தாவர உயிர்கள் — ஆகியவற்றின் மிச்சங்களால் பக்குவமானவை. பிறகு, கீழேயிருந்து பூமி உந்தும் பொழுது, இந்தப் பாறை அடுக்குகள் கடல் மட்டத்திற்கு மேலே மிகவும் உயரமாக எழுகின்றன. அதாவது, புதிய மலைத்தொடர் கள் உண்டாகின்றன. முன்பு தட்டையாக இருந்த இடங்கள் பிரம்மாண்ட மடிப்புகளாக உருமாறும். இவை மீண்டும் அரிக்கப் பட்டு, கடலுக்குள் வந்து சேரும்; அல்லது, சில பகுதிகளில் இவற்றின்மீது எரிமலைக் கக்கலால் அக்னிப்பாறை வந்து மூடிக் கொள்ளும். 36-ஆம் படத்தை இப்பொழுது நன்ருகப் பார்க்கவும்.

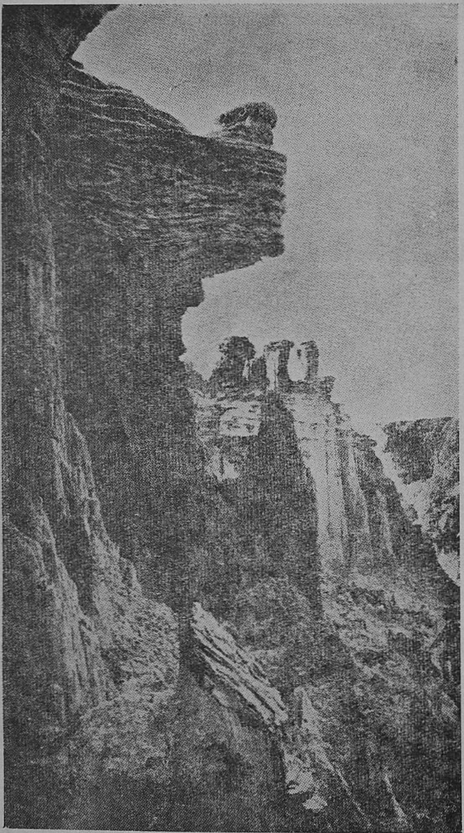
ஐக்கிய அமெரிக்காவில் உள்ள தெற்கு டக்கோட்டாவில் 'பாட் லாண்ட்ஸ்' என்று அழைக்கப்படும் பகுதி நிலஅரிப்பு நிகழ்ச்சிக்கு



படம்: 36. பூமிக்குள்ளிருந்து எழும் உந்தும் சக்தியாலும், மழை, காற்று— இவற்றின் அரிப்பாலும் பூமியின் மேற்பரப்பில் ஏற்படும் மாறுதல்கள்.

Granite—கருங்கல் Sandstone—மணற்கல்
Limestone—சுண்ணாம்புப் பாறை

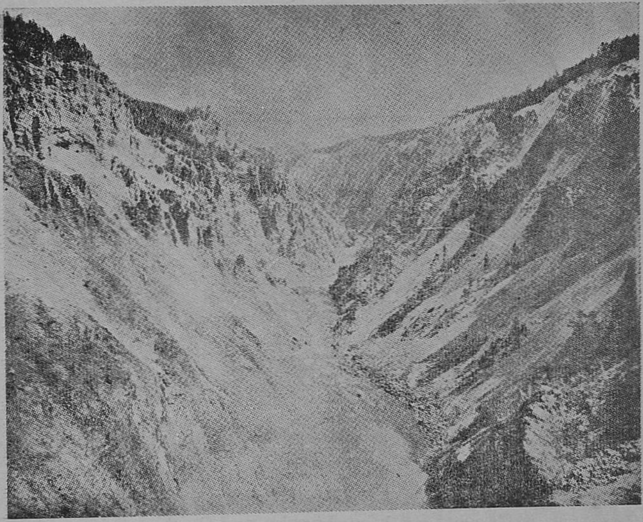
நல்ல எடுத்துக்காட்டு (படம்: 37). இத்தகைய அமைப்புக்களை வேறு நாடுகளிலும் காணமுடியும். சோவென்று மழை கொட்டும்பொழுது தாவரங்கள் முளைத்து மூடியிராத இடங்களில் மண்ணை அந்நீர்ப் பெருக்கு அரித்துக்கொண்டு போகும். ஆழ்ந்த பள்ளங்கள் உண்டாகும். அரிக்கப்படாத இடங்கள் அதிசயமான பல உருவங்களில்



படம்: 37. தெற்கு டக்கோட்டாவின் பாட்லாண்ட்ஸ் என்னும் பகுதியில் மழை நீரானது பாறைகளை அரித்து அரித்து உண்டான விநோத உருவங்கள். தூண்கள் போன்ற செங்குத்தான பாறைகளைக் கவனிக்கவும். மேலே உள்ள பாறைகளின் கனம் அழுந்தி அழுந்தி நெருங்கியதால், இவை விழாமல் அப்படியே நிற்கின்றன.

(Courtesy of the U. S Geologic Survey)

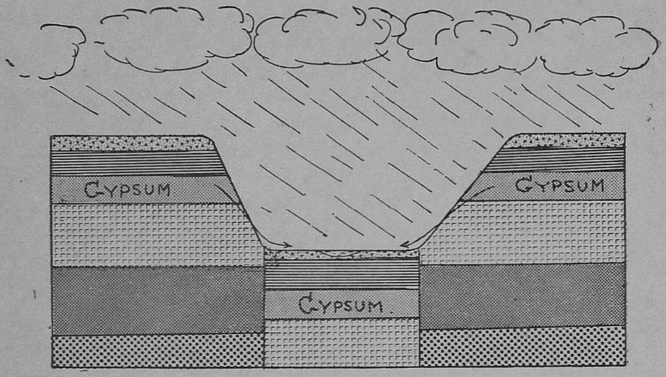
பழங்காலக் கோட்டைகளும் மதில்களும் இடிந்து பாழானாற் போல, ஆயிரக்கணக்கான சதுரமைல் பரப்பில் காட்சியளிக்கும்.



படம் : 38. யெல்லோஸ்ட்டோன் தேசிய வனத்தில் எரிமலைப் பீடபூமியை ஆற்றுநீர் அரித்து அரித்து உருவான கான்யன்.
(Courtesy of the U. S. Geologic Survey)

38-ஆம் படம் மண் அரிப்பிற்கு இன்னொரு எடுத்துக்காட்டாக நிற்கிறது.

நியூ மெக்ஸிக்கோவில் டுலரோஸா பள்ளத்தாக்கில் உள்ள வெண்மணற்பரப்பு நில அரிப்பினுல் வந்த விளைவு. டுலரோஸா பள்ளத்தாக்கு நூறு மைலுக்குமேல் நீளமுள்ளது. அதன் இரு பக்கமும் செங்குத்தான சுவர்கள். பல லட்சம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, கீழேயுள்ள பாறை அடுக்குகள் நகர்ந்து கொடுத்ததால் மேற்பகுதி உட்கார்ந்துபோய், அதனுல் ஏற்பட்ட பள்ளமே அது. பார்வைக்கு அது நீளமான சாக்கடையைப் போலிருக்கும். புவி - இயலார்கள் க்ரேபன் (ஜெர்மனி மொழியில் கல்லறை என்பது பொருள்) என்று அதைச் சொல்கிருர்கள். பள்ளத்தாக்கின் வெகு உயரத்தில், பக்கத்தில் உள்ள மலைச்சரிவுகளில் ஜிப்ஸம் படுகைகள் (ஹைட்ரஸ் கால்ஸியம் ஸல்ஃபேட்டு) காணப்படுகின்றன. இதே போன்ற ஜிப்ஸம் படுகைகளை பள்ளத்தாக்கின் தரைக்கு அடியிலும் காணலாம். 39-ஆம் படம் அங்கு உள்ள புவி அமைப்பை நன்கு வரைந்து காட்டுகிறது. மழைக் காலங்களில் மலைச் சுவர்களின்



படம் : 39. ஒய்ட் ஸாண்ட்ஸ் பள்ளம் உருவான விதம்.
Gypsum—ஜிப்ஸம்

ஊடே நீர் புகுந்து, ஜிப்ஸம் கற்களேச் சிறிது கரைத்தவாறு, பள்ளத்தாக்கை நோக்கி ஓடிவரும். சிறிது காலம், இந்த நீர்த் தேக்கம் ஏரிபோல் காட்சியளிக்கும். லூஸெரோ ஏரி என்று இதற்குப் பெயர். மழையற்ற கோடையில் ஏரி வற்றும்போது, அதன் வறண்ட அடிப்பகுதியில் ஜிப்ஸம் நன்கு தெரியும். காற்று அடிக்கும்போது, இந்த ஜிப்ஸம் பொடிகள், வெண்மேகம்போல் மேலே எழுந்து பறந்து அடுக்கடுக்காகக் குவிந்து, சுமார் 275 சதுர மைல் பரப்பிற்கு வெள்ளே வெளேரென்று பெரும் திட்டுத் திட்டாகக் காணும். அப்போது, அந்த பிரதேசத்தைப் பார்த்தால், பனி மூடிய நார்வே தேசத்தைக் குளிர்காலத்தில் காண்பது போலிருக்கும். இந்தக் காட்சியைக் காண ஆயிரக்கணக்கான உல்லாசப் பிரயாணிகள் வருகிறுர்கள்.

சுண்ணும்புக் கற்கள் நீரில் கரையக்கூடியவை. நீரில் கரையாத இரண்டு பாறைப் படிவங்களுக்கு இடையே சுண்ணும்புக் கற்கள் இருந்து, அவற்றின் வழியே நில நீர் புகுமாணுல், சுரங்க வழிகளும், குகைகளும் உருவாகும். இத்தகைய குகைகளில் மிகப் பெரிய வற்றில் ஒன்று நியூ மெக்ஸிக்கோவில் உள்ள பிரசித்தமான கார்ல்ஸ்பாட் குகைகள். அந்தக் குகைகளில் ஒரு பெரிய அறை உருவாகியுள்ளது. அதன் நீளம் சுமார் 4000 அடி. அகலம் 600 அடிக்குமேல், மேற்கூரை 300 அடி உயரத்துக்கும் மேல் உள்ளது.

இந்தச் சுரங்கப் பாதைகளில் ஓடைகள் பெருக்கெடுத்து ஓடும். அதோடு, மேல் கூறையிலுள்ள சிறிய இடுக்குகளின் வழியாகச்

சுண்ணும்பு நீர் கசிந்து சொட்டும். அந்த நீர் ஆவியாக மாறி, அந்நீர்க்கரைசலில் எஞ்சியுள்ள கால்ஸியம் கார்பனேட்டு நீளக் குச்சியாக கூரையிலிருந்து தொங்கிக்கொண்டிருக்கும். ஸ்ட்டாலாக் டைட்டு என்பது இந்தக் குச்சிக்குப் பெயர். தரையில் விழும் நீர்த் துளிகளும், அதேபோல தரையிலிருந்து முளைத்தாற்போல, குச்சி குச்சியாக நீட்டிக்கொண்டு நிற்கும். இதற்கு ஸ்ட்டாலாக்மைட்டு என்று பெயர். இவை உறைந்த பனிக்கட்டிகளைப்போல் பார்க்க அழகாக இருக்கும். பல அதிசய வடிவங்களில் காட்சியளிக்கும். உல்லாசப் பிரயாணிகள் இதைப் பார்க்க திரளாக வருகிருர்கள்.

இந்தக் குகையில் இப்படித் திரண்டு விநோதமாக அமைந்த உருவங்களுக்கு, அங்கு உள்ள வழிகாட்டிகள், "குந்தும் மந்தி", "இந்தியன் தலை" என்றெல்லாம் விசித்திரப் பெயர்களை வைத்துள் ளார்கள். இப்படிச் செய்து பிரயாணியின் கற்பனையைத் தூண்டி விடுகிருர்கள். ஆனல், அதைவிட 'இந்த அதிசயக் காட்சியின் பொருள்கள் கோடிக்கணக்கான ஆண்டுகளுக்கு முன் கடல் உயிர் களின் ஓடுகளாகவும், கவசங்களாகவும் தோன்றியவை என்று அவர்கள் சொல்லி வருவார்களானல், நம் மனத்தில் உண்மையி லேயே பெரும் வியப்பு உண்டாகும். இந்தக் கவச ஓடுகள் மேலும் பல கோடி ஆண்டுக்காலம் உள்நாட்டுக் கடல் ஒன்றின் தரையில் அழுந்திக் கிடந்து, பல லட்சம் ஆண்டுகளுக்கு முன், பூமிக்குள் எழுந்த உந்தும் சக்திகளால் கடல் மட்டத்திற்குமேல் உயரமாக எழுந்தவை.

மேலோட்டின் மேல்-கீழ் இயக்கம்

பூமியின் மேற்பரப்பில் கண்டங்கள் ஊர்ந்து நகர்வதைப் பற்றி யாரும் விளக்கமாக ஒன்றும் சொல்ல முடியவில்லை. ஆனல் பூமியின் மேற்பரப்பு மேலும் கீழும் அசைவதுபற்றித் தீர்மானமாக தகவல்கள் கிடைத்துள்ளன. ஆழம் மிக மிக, பூமியின் உட்புற வெப்பம் அதிகரிக்கிறது என்று முன்பே பார்த்தோம். முப்பது மைல் ஆழத்தில் இரண்டாயிரம் முதல் மூவாயிரம் டிகிரி ஃபாரன் ஹைட்டு வரை வெப்பம் உயரும். அந்தச் சூட்டில் சாதாரணப் பாறைகள் உருகிவிடும். எரிமலைச் சரிவுகளில் கக்கப்படும் உருகிய பாறைச்செங்குழம்பு அந்த ஆழத்திலிருந்துதான் வெளிப்படுகிறது. ஆனல், அந்த ஆழத்தில் மிக உயர்ந்த வெப்பமும், மிக உயர்ந்த அழுத்தமும் ஒருங்கே இருப்பதால், அந்தப் பாறைகள் அசல் திரவ மாகவே ஆவதில்லை. உருமாறும் இயல்பை அடைகின்றன. அதாவது, வேக சக்திகள் (நிலநடுக்க அலைகளைப்போல) தாக்கினல் அவை திடப்பொருளைப்போல இயங்கும். வேகமற்ற சக்திகள் நின்று தாக்கினல் தேன்போல ஓடும்.

இப்படி உருமாறக்கூடிய படிவங்களின்மீதுதான் பூமியின் திடமான மேலோடு மிதக்கிறது. துருவப் பிரதேசத்துப் பனிப் பாறைகள் கீழுள்ள நீரின்மேல் மிதப்பது போன்ற நிகழ்ச்சியே இது. இதனுல் ஐஸாஸ்ட்டஸி எனப்படும் புவி-இயல் நிகழ்ச்சி ஏற் படுகிறது. கடலின் பரப்புக்குமேல் ஒரு பனிப்பாறை மிதந்தால், அதன் ஒரு சிறு பகுதிமட்டுமே நீர்மட்டத்திற்குமேல் நீட்டிக் கொண்டு தெரியும். பெருமளவு நீருள் கிடக்கும். பூமிக்குள் உள்ள குழம்பில் மிதக்கும் மேலோட்டு திடப்பாறைகளும் அப்படித் தான். கண்டங்களில் சமவெளிக்குமேல் உயர்ந்து நிற்கும் ஒவ் வொரு மலேக்கும் கீழே ஓர் எதிர்மலே(அல்லது மலேவேர்) இருக்கும். இந்த 'வேர்' மேலோட்டுப் பாறைகளால் ஆனது. கீழேயுள்ள குழம்பில் அது புகுந்திருக்கும். நீருக்கு மேலே காணும் பகுதியை விட, கீழே முழுகியுள்ள பனிப்பாறை மிகப் பெரியதாக இருப்பது போலவே, இந்த மலேவேர்களும் பூமியின் பரப்புக்குமேல் தெரியும் மலேகளேவிட மிகப் பெரிதாக இருக்கும்.

மலேகள் சாசுவதமானவை அல்ல. ஆறுகள் அவற்றை அரித்து அடித்துப் போனவண்ணம் இருக்கின்றன. இதனுல், அரிக்கப்பட்ட மலே தாழ்ந்துவிடும் என்பது அர்த்தமில்லே. மாருக, பூமியின் பரப்பிலுள்ள பாறைகளின் கனம் அரிப்பினுல் குறையக் குறைய, மலேவேர் சற்று எழும்பிக்கொடுக்கும்; மலேயை மேலே தூக்கிவிடும். மலேயின் பழைய உயரம் அப்படியே இருக்கும், எனவே, ஒரு மலேயை ஒரு ஆறு அரித்து மட்டமாக்கிவிடுவது என் பது எளிதன்று. அதற்கு வெகுகாலம் பிடிக்கும்.

பூமியின் மேலோடு பக்கவாட்டில் நெருங்கி அழுந்தி, அந்த நெருக்கத்தால் பாறைகள் உயர்ந்து புதிய மலே தோன்றினுல், நொறுங்கிப்போன பாறைகளின் பெருமளவு பூமிக்குள்ளே உள்ள குழம்பில் ஆழப் பதியும். ஒரு புதிய மலேவேர் உண்டாகிவிடும்.

பூமியின் மேற்பரப்பு உருவாவதில் மேலோட்டின் மேல்·கீழ் அசைவுக்குப் பெரும் பங்குண்டு. புரியாத பல நிகழ்ச்சிகளே இதனுல் புரிந்துகொள்ள முடியும். ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளில் அரிஸோனு மாநிலத்தில் கொலராடோ நதியின் மாபெரும் கான்யனே (ஆற்றுக்குடைவு) ஒரு உதாரணமாகக் காட்டலாம். இந்தப் பெரும் பிளவின் (ஆற்றுக்குடைவின்) வழியே கொலராடோ நதி கடலே நோக்கி விரைகிறது. இந்தக் கொலராடோ ஆற்றுக் குடைவு 6000 அடி ஆழம் உள்ளது. இதை அப்படியே பாறைகளேப் போட்டு நிரப்பினுல், ஆறு என்ன ஆகும்? மலேயில் ஏறிப் பாயாது. கடலே அடைய வேறு மார்க்கம்தான் தேடவேண்டும். பெரும் கான்யன் இனி ஏற்படாது.

'கிரான்ட் கான்யன்' எப்படி உண்டாயிற்று? கொலராடோ நதி அறுத்த அந்தப் பீடபூமி ஒருகாலத்தில் மிகவும் உயரக் குறைவாக இருந்திருக்க வேண்டும். புவி-இயல் சான்றுகளைக்கொண்டு பார்த்தால், வடக்கு அரிஸோனுவும், தெற்கு யூட்டாப் பகுதியும், பல லட்சம் ஆண்டுகளுக்கு முன், ஒரு தாழ்ந்த சமவெளியாக இருந்தது என்றும், அதன் வழியே ஒரு அகன்ற ஆறு பாய்ந்தது என்றும் தெரிகிறது. ஆனல், பூமியின் மேலோட்டின் அசைவுகளால், அந்தப் பகுதி கடல் மட்டத்திற்கு மேல், உயர உயர எழுந்தது. அந்த ஆறு பாறைகளை ஆழமாகத் துளைத்துத் துளைத்துச் செல்லலாயிற்று. பாறைகளை அரித்து அரித்து, கடலுக்குக் கொண்டு சென்றது. எனவே, சூழ இருந்த நிலம் மெள்ள மெள்ள உயர்ந்தது. ஆற்றுப் பகுதி மட்டும் அந்தக் காலத்தில் இருந்தது போலவே அதே மட்டத்தில் இருந்துவிட்டது.

இமயமலையைக் கடக்கும் பெரிய நதிகளை கவனித்தால், பூமியின் மேற்பரப்பு உயர்வதன் விளைவுகளை நன்ருகக் காணமுடியும். வடக்குத் திபேத்தில் பிறக்கும் சிந்துநதி, காஷ்மீரத்தின் வழியாக அரபிக்கடலை நோக்கிச் செல்கிறது. ஆழ்ந்த மலைப் பிளவுகளின் ஊடே அந்த நதி செல்லுகிறது. அம்மலைப் பிரிவுகள் ஏதோ ஒரு ரம்பத்தைக்கொண்டு அறுத்தாற்போல் இருக்கும். வழியில் எதிர்ப்பட்ட மலைத்தொடரை நதி ரம்பத்தால் அறுத்தாற்போல், அறுத்துச் சென்றிருக்கிறது. ஜில்ஜிட்டில் நதி செல்லும் உயரம் கடல் மட்டத்திலிருந்து மூவாயிரம் அடிதான். ஆனல், இருமருங்கிலும் உள்ள மலைச்சுவர்களோ 20 ஆயிரம் அடி உயரம். என்ன காரணம்? மிகப் புராதன காலத்தில், இந்த மலைத்தொடர்கள் தாழ்ந்தே இருந்திருக்கும். பின்பு, பூமியின் எழுச்சியால் மலை உயர்ந்தபொழுது, ஆறு அரித்து அரித்து, 17 ஆயிரம் அடி ஆழமான பிளவை உண்டு பண்ணியிருக்கும். கங்கையின் உபநதியொன்று, அருண் என்பது. எவரெஸ்டு(29140 அடி)க்கும் கன்சென்ஜுங்காவுக்கும் (28146 அடி) இடையே உள்ள ஒரு பிளவில் செல்லும்பொழுது, கடல் மட்டத்திலிருந்து அதன் உயரம் 22 ஆயிரம் அடி. புவி-இயல் சான்றுகளைப் பார்த்தால், இந்த இரண்டு சிகரங்களும், ஒரே மலையாக இருந்தன என்றும், அருண் நதி காலப்போக்கில், தான் போவதற்கெனவே அரித்தரித்து, தனக்கு ஒரு வழியை அமைத்துக் கொண்டது என்றும் தோன்றுகிறது. இன்றுள்ளதைப் போலவே, அந்தக் காலத்திலும், இந்த மலைகள் உயரமாக இருந்திருந்தால், ஆறு போயிருக்காது. எனவே, பக்கத்துப் பாறைகள் உயர உயர, ஆறு தன் வழியை அரித்து அரித்து, ஆழமாக்கிக்கொண்டிருக்க வேண்டும்.

மலைகளின் எழுச்சி

பூமியின் மேலோட்டுப் பாறைகள் பக்கவாட்டில் அழுந்தி நெருங்குவதால் நொறுங்கி, ஒன்றின்மேல் ஒன்ருக அடுக்கப்பட்டு மலை ஆவதாக புவி-இயலார் வெகுகாலம் கருதிவந்திருக்கிருர்கள். இந்த நெருக்கம் ஏன் ஏற்படுகிறது? பூமி மெள்ள மெள்ளக் குளிர்வதால், இந்த நெருக்கம் ஏற்படுகிறது என்றுதான் சாதாரணமாக விளக்கம் சொல்ல வேண்டும். சில ஆண்டுகளுக்கு முன்புவரை அப்படித்தான் நம்பிவந்தார்கள். பெரும்பாலான பொருள்கள் குளிர்ச்சியால் சுருங்கும். பூமியின் உடலும் அப்படித்தானே? ஆனுல், பாதி உருகிய நிலையில் உள்ள பூமியின் உட்புறம் சுருங்கினுல், திடமான மேலோட்டில் சுருக்கங்கள் தோன்றும்—நெருப்பில் சுட்ட ஆப்பிளின் மேல்தோல் சுருங்குவதுபோல. இந்த நோக்கின்படி, மெல்ல மெல்லக் குளிர்ச்சி அடையும் பூமியின் தோலின் சுருக்கங்களே நாம் பார்க்கும் மலைகள்.

அண்மையில், இதற்கு நேர் எதிரான ஒரு வாதம், பழைய கருத்துக்கு எதிராகத் தோன்றியுள்ளது. தண்ணீர் நிரப்பி இறுக மூடிய ஒரு குப்பியானது, அந்தத் தண்ணீர் உறைந்தால், விரிசல் காணுமென, எல்லோருக்கும் தெரியும். நீர் பனிக்கட்டியாக மாறும்போது, அதன் பரிமாணம் விரிந்து, கண்ணுடியில் விரிசல் காண்கிறது. அதேபோல, ஒரு பனிக்கட்டி நீராக உருகினுல் அதன் பரிமாணம் குறைகிறது. பனிக்கட்டிக்கு உள்ளவை போன்ற இயல்புகள் வேறு சில பொருள்களுக்கும் இருக்கலாம். பூமிக்குள் இருக்கும் பாறைகளும் உருகினுல் சுருங்கலாம் ; இறுகினுல் விரிவடையலாம். இதனுல் நிலைமை தலைகீழாக அல்லவா மாறும்? பூமியின் மேலோடு சுருங்குவதை விளக்க, அதன் உட்புறம் மெல்ல மெல்லச் சூடாகிக்கொண்டே வருகிறது என்றும், பாறைகள் மேலும் மேலும் குழம்பாக மாற மாற, அவற்றின் பரிமாணமும் சுருங்குகிறது என்றும் அல்லவா சொல்லவேண்டும்?

பூமியின் உட்புறம் சூடாவானேன்? இதற்கு விடை கூறுவது எளிது. இயற்கையான கதிரியக்கமே அதற்குக் காரணம். பூமியில் மேலோட்டுப் பாறைகளில் சிறுசிறு அளவு கதிரியக்கத் தனிமங்கள் உள்ளன. அவை மெல்லச் சிதையும்பொழுது, வெப்பம் வெளிப்படுகிறது. கீழேயுள்ள பஸால்ட்டுப் படிவங்களில் இருப்பதைவிட, மேலேயுள்ள கருங்கல் படிவங்களில் கதிரியக்கப் பொருள்கள் அதிகம். இதற்குக் காரணம் இப்பொழுது யாருக்கும் சொல்லத் தெரியவில்லை. பூமியின் உட்புறத்தில் எந்த அளவுக்குக் கதிரியக்கத் தனிமங்கள் உள்ளன என்பதும் நமக்குத் தெரியாது. ஆனுல், ஒரு கணக்குச் சொல்லலாம். பூமியின் மேலோட்டில் உள்ள அளவுக்கு உட்புறம் எங்கிலும் கதிரியக்கப் பொருள்கள் இருக்கும்

என்று வைத்துக்கொண்டால், அந்தப் பொருள்கள் சிதைவதால் உண்டாகும் வெப்பம் போதிய விரைவில் வெளிப்பட முடியாது. எனவே, நமது பூமி, மெல்ல மெல்ல சூடடைந்துகொண்டேவரும் என்று நினைக்கலாம். இதற்கு மாருக, பூமியின் ஆழங்களில் கதிரியக்கத் தனிமங்களே இல்லையென்று வைத்துக்கொண்டால், பூமி மெல்ல மெல்லக் குளிர்ந்துகொண்டே வரும். இந்த இரண்டு கருத்துக்களில் எது சரியானது என்று வருங்கால ஆராய்ச்சிகளே கூறவேண்டும்.

என்ன காரணத்தாலோ, பூமியின் மேலோடு சுருங்குகிறது என்று வைத்துக்கொண்டு, மலைகள் உண்டான விவரத்தைப் பார்ப்போம். முன்பு கூறியபடி, பூமியின் மேலோடு ஒரே சீராக இல்லை. பெரும்பெரும் கருங்கல் பகுதி (இதுதான் கண்டங்கள்), அதைவிடச் சற்று மெல்லியதும், ஆயினும் அடர்த்தி மிக்கதுமான பஸால்ட்டுப் படிவத்தின் மேல் நிற்கிறது. கடலடியில் காணும் தரையும் இந்தப் பஸால்ட்டுப் படிவங்களே. இரண்டு வெவ்வேறு பொருள்களால் செய்யப்பட்ட ஒரு சாமானை பெரும் அழுத்தத்திற்கு உள்ளாக்கினுல், அந்தச் சாமான் அதில் உள்ள இரண்டு பொருள்களும் சேரும் இடத்தில் உடையும். பூமியின் மேலோட்டில் இதே எல்லை, கண்டப் பகுதிகளின் கரையில் உள்ளது. பூமியின் மேலோட்டில் உண்டாகும் அசைவுகளால் இந்த எல்லைப் பகுதிகளில்தான் நிலம் தகர்கிறது. நிலம் தகரக்கூடிய போக்கைக் கண்டங்களின் விளிம்புகளில் காணலாம். பஸிபிக் கடலில் பாலினீஸியாத் தீவுகளில் தொடங்கி, ஜப்பான், காமசட்கா, அலாஸ்க்கா, வட தென் அமெரிக்காவின் மேற்குக் கரையோரமாக ஒரு கோட்டைப் போட்டுக்கொண்டு போனுல் நிலம் தகரும் பகுதியை அது சுட்டிக் காட்டும். இன்னொரு பகுதி ஆல்ப்ஸ் மலை, (ஆப்பிரிக்காவின் அட்லாஸ் மலை) கார்ப்பேதியன் மலை, காக்கஸஸ் மலை, இமயமலை, இந்தோனேசிய மலைகள், நியூ கினியும் மற்றத் தீவுகளும்—இவற்ருேடு அக்கோடு செல்கிறது. நாம் ஏதோ வெடி மருந்துக் கிடங்கின்மீது உட்கார்ந்திருக்கிருேம் என்று சொல்வது போல உண்டாகும் நில நடுக்கம், எரிமலைக் கக்கல் — இந்த நிகழ்ச்சிகள் யாவும் அநேகமாக இந்தப் பகுதிகளில்தான்— கண்டக் கருங்கல் பகுதிக்கும் கடற்கரை பஸால்ட்டுப் பகுதிக்கும் இடையே உள்ள எல்லையில்தான் நிகழ்கின்றன.

நிலம் தகரும் இந்த விளிம்புகளில் இன்னெரு சிக்கல். அங்கு பூமிக்கடியில் உள்ள மலைவேர்களின் நிலைதான் அது. கண்டப் பகுதியிலிருந்து மழையும் ஆறுகளும் அடித்து வரும் மண்ணும் கல்லும் கரையோரமாகக் கடலில் தள்ளப்படுகின்றன. இவற்றின் கனத்தால் கடலின் கீழேயுள்ள பஸால்ட்டுப் படிவங்கள் இன்னும்

ஆழத்தில் அமுங்குகின்றன. பூமியின் மேலோடு நெருங்கும் பொழுது, நிலம் தகரும் பகுதிகள் வலுவற்றிருப்பதால், விம்மி, பழங்காலத்தில் வந்து படிந்த கற்கள் எழுந்து, புது மலைத்தொடர்கள் உருவாகின்றன. இந்த மலைகள் பல லட்சம் ஆண்டுகளுக்கு நிற்கும். மழை வந்து அவற்றை அரித்து அரித்து கடலில் சேர்த்து, அந்தப் பொருள்கள் மீண்டும் கடலடியில் படிவங்களாக அமையும்.

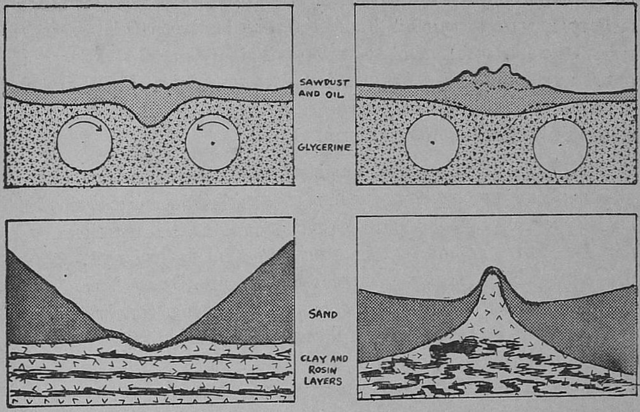
இவ்வாறு உள்ளது நமது பூமியின் மேற்பரப்பின் வாழ்வு — அது மேலும் கீழும், மேலும் கீழும், மேலும் கீழுமாக இயங்கிக் கொண்டேயிருக்கிறது.

மாதிரிமலை உருவாதல்

பூமியின் மேலோட்டைத் தகர்க்கும் உந்து நிகழ்ச்சிகள் மெள்ளமெள்ள, பல கோடி ஆண்டுவாக்கில்தான் நடைபெறுகின்றன. மேலோட்டில் உள்ள வெவ்வேறு பொருள்களின் இயல்புகள் நமக்கு நன்கு தெரிந்திருந்தாலும், மேலோட்டுப் பாறைகள் நகர்வதை, நவீன எலெக்ட்டிரானிக் கணக்கு இயந்திரங்களின் உதவியால்கூட, அலசிப் பார்ப்பது கடினமாக இருக்கிறது. எனவே, உந்து நிகழ்ச்சிகளை கொள்கையளவில், புரிந்து கொள்வதுகூட கடினமாக இருக்கிறது. ஒரு குப்பியை வெள்ளைச் சுவரின்மீது வீசி அடித்தால், அதிலுள்ள மை சுவரில் எந்த வடிவில் பாயும் என்பது திரவ சலன இயலின் விதிகளைப் பொறுத்திருக்கிறது. ஆனால், எந்த வடிவத்தில் படியும் என்பதை முன் கூட்டியே சொல்ல முயல்வது முடியவே முடியாது.

எனவே, இத்தகைய சிக்கலான பிரச்னைகளைத் தீர்க்க, சிறு அளவில் மாதிரிகளைப் பண்ணித்தான் ஆராயவேண்டும். ஒரு கப்பல் தன் முதல் பயணத்தில் எப்படியெல்லாம் மிதக்கும் என்று காண, சில அடி நீளத்தில் ஒரு சின்ன மாதிரிக்கப்பலைச் செய்து, தண்ணீரில் இழுத்து பார்த்து, அதன் குணங்களை சோதித்து பார்க்கிறோம். விமானம் கட்டும் என்ஜினியர்களும், அதைப் போலவே சின்ன மாதிரி - மானங்களைக் கட்டி, காற்று வீசும் குழாய்களில் பரிசோதித்துப் பார்க்கிறார்கள். நீரிலோ, காற்றிலோ, இந்த மாதிரிகள் எப்படி இயங்குகின்றன என்று கண்டு உண்மையான கப்பல், விமானம் இவற்றின் அளவுக்கு ஏற்ப, இந்த முடிவுகளைப் பெருக்கிப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

இதே போல, பூமியின் மேற்பரப்பில் தோன்றும் அசைவுகளை, ஒத்த மாதிரிகள்செய்து ஆராய முடியும். சில நிமிடங்களிலோ அல்லது மணிகளிலோ, பெரும் மாறுதல்கள் ஏற்படுமாறு, அந்த மாதிரிக்கான பொருள்களைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ளவேண்டும்.



படம் : 40. பூமிக்குள் எழும் உந்து சக்தியை ஆராய உதவும் மாதிரி அமைப்புகள்.

மேல் படங்கள் :
Saw dust and oil — மரத்தூளும் எண்ணெயும்
Glycerine — க்ளிஸரீன்

கீழ்ப் படங்கள் :
Sand — மணல்
Clay and Rosin Layers—களிமண், ரோஸின் அடுக்குகள்

அந்தப்பயனுள்ள முறையைக்கொண்டு, லட்சக்கணக்கானஆண்டு களில் பூமியின் மேலோட்டில் நிகழ்வதைப் பூபௌதிகர்கள் ஒரே நாளில் கண்டுகொள்கிருர்கள். 40-ஆம் படம் அந்த முறைகளில் இரண்டை வரைபடமாகக் காட்டுகிறது.

பூமிக்குள் உள்ள உருமாறும் பாறைக் குழம்பில் வட்டப் போக்கில் இயங்கும் சக்திகளால், மேலோடு எப்படி அசைகிறது என்பதைக் காட்ட டேவிட் க்ரிக்ஸ் என்னும் அமெரிக்க பூபௌதிக அறிஞர் ஒரு மாதிரியை உருவாக்கினர். அதைத்தான் இங்குள்ள மேல் இரண்டு படங்களும் காண்பிக்கின்றன. அதில் இரண்டு மர உருளைகள் இருக்கும். க்ளிஸரீனில் அவை உருளும். க்ளிஸரீன் பகுதி, பூமிக்குள்ளிருக்கும் உருமாறும் பாறைக் குழம்பைக் குறிக் கிறது. க்ளிஸரீனின் மேல் மட்டத்தில் மரத்தூளும் எண்ணெயும் கொண்ட ஒரு கலவை மெல்லியதாக மிதக்கிறது. உருளைகளைச் சுழற்றிஞல் மேல்மட்டத்திலுள்ள லேசான கலவை கீழே இழுக்கப்

பட்டு, விம்மியதுபோல் தெரியும். உருளைகளை நிறுத்திவிட்டால், (அதாவது பூமிக் குழம்பில் சக்தி இயக்கம் நின்றுவிட்டது என்பதற்கு அடையாளம்) கீழ் நோக்கிய விம்மல் மேல்நோக்கி எழும். மலைவேர்ச் சமநிலைவிதிக்கு உட்பட்டது—இந்த மேல்நோக்கிய வீக்கம். பூமியின் மேல்பரப்பில் உயரமான மலைகள் எழுந்தன என்பதற்கு இதுவே அடையாளம்.

கீழ் இரண்டு வரைபடங்களும் வி. வி. பெலௌஸோவ் என்னும் ரஷிய பூபௌதிகரின் ஆராய்ச்சியைக் காட்டுகிறது. பூமியின் மேற்பரப்பில் சமமாக இல்லாமல் தாறுமாறுக அடர்த்தி மாறுபட்டால், மலைகள் தோன்றுமோ என்று அவர் ஆராய்ச்சி செய்தார். இந்தச் சோதனையில் மிருதுவான களிமண்ணையும், ரோஸினையும் ஒன்றின்மேல் ஒன்ருக அடுக்காக வைத்து, அவற்றை இரண்டு மணற்குவியல்களைக்கொண்டு அழுத்தினுர். சிறிது நேரத்தில், சமமாக இருந்த பரப்பில் உருமாற்றம் நிகழ்ந்தது. மையத்தில் ஒரு வீக்கம் எழுந்தது. ரோஸின் அடுக்குகள் மடிந்து கொண்டன. அம்மடிப்புக்கள் மலைப் பிராந்தியங்களில் காணப்படும் பாறை மடிப்புக்களைப்போல் காணப்பட்டன. இந்தப் பரிசோதனைகள் ஏதோ பச்சைக் குழந்தை விளையாட்டைப் போல் தோன்றலாம். ஆனுல், பூமியின் மேற்பரப்பை உருவாக்கும் உந்து நிகழ்ச்சிகளைப் புரிந்து கொள்ள இவை உதவும்.

நீருக்கடியில் மலைகள்

1873-ஆம் ஆண்டு சால்லெஞ்ஜர் என்ற பிரிட்டிஷ் கப்பலொன்று மூன்றரை ஆண்டு காலம் உலகம் முழுதும் சுற்றிக் கடலை ஆராயப் புறப்பட்டது. நீண்ட யாத்திரையில், கடலின் ஆழத்தை ஆங்காங்கு அளப்பதும், அதன் முக்கிய வேலைகளில் ஒன்று. அந்தக் காலத்தில் ஆழம் கண்டுபிடிக்கும் முறை மிகமிகப் பத்தாம் பசலியாக இருந்தது. அதைச் செய்யும்போது அலுப்புத்தட்டும். ஒரு கனமான ஈயக்குண்டை நீளக்கயிற்றில் கட்டித் தொங்கவிடுவார்கள். கயிற்றில் அளவுகள் குறித்திருக்கும். ஈயம் தரையைத் தொட்டதும் அளவைப் பார்த்து ஆழம் சொல்வார்கள்.

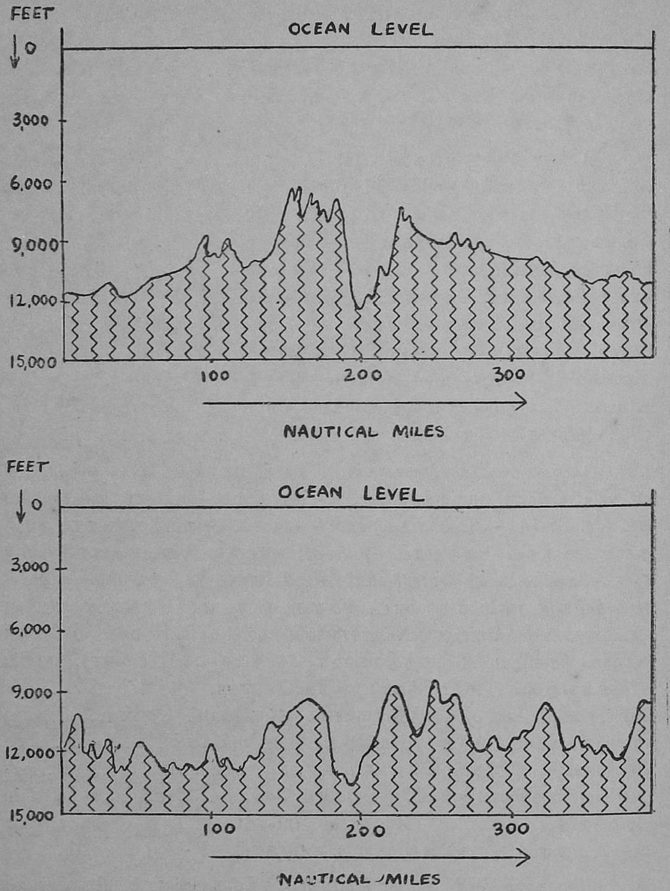
கண்டங்களின் கரைக்கருகில் கடல் சற்று மேடும் பள்ளமுமாக இருக்கும். காரணம், ஆறுகளும் மழையும் கல்லையும் மண்ணையும் அடித்து வந்து அங்கே சேர்த்திருக்கும். அதற்கு அப்பால் நடுக்கடலில் கடல்தரை சம பரப்பாக இருக்கும் என்று எதிர்பார்த்தார்கள். ஆனுல் சால்லெஞ்ஜெர் கப்பலில் உள்ள விஞ்ஞானிகள் கண்டது வேறு. அட்லான்டிக் கடலில் - அமெரிக்காவின் ஓரத்திலும் ஐரோப்பாவின் ஓரத்திலும் சுமார் 12 ஆயிரம் அடி ஆழம் காணப்பட்டது. ஆனுல் நடுவிலோ 6 ஆயிரம் அடிக்குமேல் இல்லை.

பழைய காலத்துக் கதையொன்று : முன் நாளில் அட்லான்ட்டிஸ் என்ற பெரிய கண்டம் அங்கு இருந்ததாகவும், அது காலப்போக்கில் நீரில் மூழ்கிவிட்டதாகவும் கூறுகிறது. அந்தக் கதைக்கு ஆதாரம் அளித்தாற்போலிருந்தது விஞ்ஞானிகள் கண்ட இந்த ஆழ மாறுபாடு.

இப்போது ஆழங்களை அளக்க முன்னேற்ற உத்திகள் வந்து விட்டன. பகைவர்களின் நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களைக் கண்டுபிடிக்க, 'ஸோனர்' என்ற கருவியை இரண்டாவது உலகப் போரில் உருவாக்கினர்கள். கடலாழத்தைக் கணக்கிடவும், அந்த உத்திகளைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். கப்பல் வேகமாகச் செல்லும் பொழுதே, உச்ச அதிர்வுகள் கொண்ட ஒலி அலைகளை ஓர் எதிரொலிக் கருவி எழுப்புகிறது. அந்த அலைகள் கடல் தரையில் முட்டித் திரும்பி வரும். திரும்பி வர ஆகும் நேரத்தை நுண்ணிய கருவிகளால் கணக்கிட்டு, ஆழத்தைச் சரியாகச் சொல்லிவிட முடியும். எனவே, கப்பல் போகும்பொழுதே வேகமாகவும், தீர்மானமாகவும், கடலின் ஆழங்களை வெவ்வேறு இடங்களில் அளந்துவிட முடியும்.

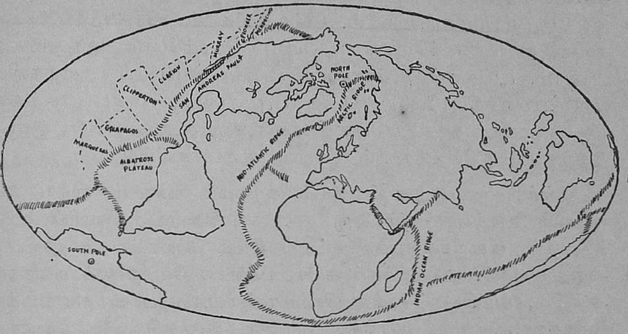
இம்முறையைக் கையாண்டு, அட்லான்டிக், ஆர்க்ட்டிக் கடலாழங்களை அளந்தார்கள். அட்லான்டிக் கடலின் மையத்தில் கடல் தரை (41 - மேல் படம்) விசித்திரமாக அமைந்துள்ளது. கடற்தரையிலிருந்து ஐயாயிரம் அல்லது ஆறுயிரம் அடி உயரத்திற்கு ஒரு மலைத்தொடர் மேற்கேயும் கிழக்கேயும் எழுகிறது. நடுவில் ஒரு கிடுகிடு பள்ளம் காணப்படுகிறது. இந்த மலைத்தொடர் வடக்கு அட்லான்டிக்—தெற்கு அட்லான்டிக் கடல்களின் வழியே ஏறக்குறைய பழைய உலகத்திற்கும் (ஆசியா—ஆப்பிரிக்கா), புதிய உலகத்திற்கும் (அமெரிக்கா) நடுவே சென்று, ஆர்க்ட்டிக் கடலின் வழியாகவும், வடதுருவத்திற்கு மிக அருகேயும் சென்று, கிழக்கு ஸைபீரியாவில் வந்து முடிகிறது. அமெரிக்கக் கடற்படையின் அணுசக்தி நீர்மூழ்கிக் கப்பலான 'நாட்டிலஸ்' ஆர்க்ட்டிக் பனிப்பாறைகளுக்கும் கீழே பயணம் செய்தது. ஆர்க்ட்டிக் கடலின் ஆழத்தைக் கண்டு, அங்குள்ள மலைத்தொடரை அக்கப்பலின் கருவி வரைபடமாகக் காட்டிற்று. அதுதான் 41 - கீழ்ப் படம்.

சமீப காலத்தில் பல நாடுகளைச் சேர்ந்த ஆராய்ச்சிக் கப்பல்கள் கடற் தரையைப்பற்றி உலகெங்கும் ஆராய்ந்துள்ளன. அதன் பயனாக, அட்லான்டிக் கடலின் மையத்தில் செல்லும் மலைத்தொடர் ஒரு பெரிய தொடரின் பகுதியே என்றும், உலகம் முழுவதுமே இந்தக் கடலடி மலைத்தொடர் செல்கிறது என்றும், அந்தத் தொடர் நீரில் மூழ்கிய பகுதியின் அளவு உலகிலுள்ள எல்லாக் கண்டப்பகுதிகளுக்கும் சமமாக இருக்கும் என்றும் தெரிகிறது. இவ்வுள்கடல்அமைப்புக்கள் நிலப்பகுதியில் காணும்அமைப்புக்களை



படம்: *41.* அட்லான்டிக் கடல் நடுவிலும் (மேல் படம்), ஆர்க்டிக் கடலிலும் (கீழ்ப் படம்) செல்லும் மலைத்தொடர். பக்கவாட்டில் கடல் ஆழம் அடிக்கணக்கில் தரப்பட்டுள்ளது. மலையின் உயரத்தை அதிலிருந்து கண்டுபிடிக்கலாம். கீழே மலைத்தொடரின் நீளம் கடல் மைல் கணக்கில் தரப்பட்டுள்ளது.

Nautical Mile — கடல் மைல் (சாதாரண மைலைவிட $\frac{5}{33}$ பங்கு அதிகம். சாதாரண மைல் என்பது 5280 அடி. கடல் மைல் 6080 அடி.)



படம் : 42. கடலுக்கடியில் உள்ள மலைத்தொடர்கள்.

ஒத்திருக்கின்றன. வட அமெரிக்கா, தென் அமெரிக்கா ஆகிய வற்றின் மேற்குக் கரையில் செல்லும் கடலடி மலைத்தொடராலேயே வடக்கே காலிஃபோர்னியா வளைகுடாவும், தெற்கே மெகெல்லன் ஜலசந்தியும், ஏற்பட்டதாகத் தோன்றுகிறது. அட்லான்டிக் மையக் கடலடி மலை ஐஸ்லாந்து வழியாகப் போகிறது. அந்தத் தீவில் தென் வடலாகக் காணும் ஒரு விரிசலுக்கு இதுவே காரணமாக இருக்கலாம். அதேபோல, இந்துமகா சமுத்திரத்திற்குள் செல்லும் மலைத்தொடராலேயே ஏடென் வளைகுடாவும், செங்கடலும் ஏற் பட்டிருக்கலாம். அது நிலத்துள்ளும் புகுந்ததால், கிழக்கு ஆப்பிரிக் காவில் விக்டோரியா, டாங்கனீக்கா, நியாஸா ஏரிகள் தோன்றி யிருக்கலாம்.

பூமியின் மேல் காணப்படும் ராக்கி, ஆல்ப்ஸ் போன்ற மலைத் தொடர்களுக்கும், கடலடி மலைத் தொடர்களுக்கும் அமைப்பில் நிறைய மாறுபாடுகள் இருக்கின்றன. பூமிமீதுள்ள மலைகள் பக்க வாட்டு நெருக்கத்தால் தரைமட்டம் உயர்ந்து, பிரம்மாண்டமான மடிப்புகள் கொண்டதால் ஆனவை. ஆனல், கடலடி மலைகளோ, பக்கவாட்டில் முதலில் பிளவுகள் தோன்றி, பிளவுக்கு இரு மருங்கி லும் உள்ள சுவர்களை, பூமியின் ஆழத்தில் உள்ள உந்தும் சக்தி கள் மேலே தாக்கியதால் ஏற்பட்டிருக்கும் என்று தோன்றுகிறது. பிளவுகள் தோன்றியதற்கு, கடலடித் தொடர்களில் காணும் பள்ளங் களே சான்றுகளாகும். பூமியின்மீது உள்ள மலைத்தொடர்களில் இந்தப் பள்ளங்களைக் காணவே முடியாது. பிளவுக் கொள்கைக்கு இன்னும் ஒர் ஆதாரமும் கிடைக்கிறது. கடலடியில் ஏற்படும் பூகம்பங்கள் கடலடி மலைத் தொடர்களின் பள்ளங்களில்தான் தோன்றுகின்றன. கடல் அடியில் உள்ள இடுக்குகளின் வழியாக

செம்பாறைத் தீக்குழம்பு வெளிப்பட்டு, கடல் நீரோடு கலந்து, இந்த பூகம்பம் ஏற்படலாம். அல்லது, கடல் நீரே அந்த இடுக்கு களின் வழியாக கீழேயுள்ள வெப்பக் குழம்போடு கலந்தும் ஏற் படலாம். பூமிக்குள் உள்ள பாதி உருகிய குழம்புப் பாறைகளில் ஏற்பட்ட சக்தியாலேயே கடல்பரப்பு நீண்டு, கண்டப்பகுதிகள் நெருக்கமடைவதாகப் பூபௌதிகர்கள் பலர் கூறுகிருர்கள். ஆனுல் இதற்குப் போதிய ஆதாரம் இதுவரை கிடைக்கவில்லே.

'ஸ்க்ரிப்ஸ் ஆழ்கடல் இயல் கழகம்' என்னும் ஸ்தாபனம் கடலின் போக்கைப்பற்றி ஒரு புதிரை அண்மையில் வெளியிட்டது. கடலடிப் பாறைகள் பக்கவாட்டில் இடம் பெயர்வதைப் பற்றியது அந்தப் புதிர். அமெரிக்கக் கண்டங்களின் மேற்குக் கரைக்கு அருகில், கடலடியில் உள்ள பிரம்மாண்டமான பாறைகள் கிழக்கு மேற்காக, இடம் பெயர்ந்து, ஒன்றின் இடத்திற்கு இன்னெென்று நகர்ந்து வருவதாகத் தெரிகிறது. இந்த இடப்பெயர்ச்சியின் கார ணம் இன்னும் தெரியவில்லே.

சுருங்கச் சொன்னுல், பூமியின் வறண்ட பரப்பை ஆராய்ந்த காலத்தில் புதுமைகளேக் காண எத்தனே வாய்ப்புக்கள் இருந் தனவோ, அத்தனே வாய்ப்புக்களும் கடந்த பல ஆண்டுகளாக நடந்த கடற்தரை ஆராய்ச்சியிலும் ஏற்பட்டுள்ளன. நீருக்கு அடியில் உள்ள மலேகளே ஆராய்வதில் உள்ள அனுகூலம் என்ன வெனில், வறண்ட தரைமீதுள்ள மலேகளேவிட அவை அத்துணே குலேயாமல், நன்கு பாதுகாக்கப்பட்டு வருவதுதான். தரையின் மீதுள்ள மலேகள் எல்லாம் வெப்ப மாறுதல்களாலும், காற்று வீச் சாலும், மழையாலும் தொடர்ந்துஅரிக்கப்பட்டு வருகின்றன. கடற் தரையிலோ, வெப்பநிலே கிட்டத்தட்ட ஒரே மாதிரியாகவே இருக் கிறது. அங்கே காற்றே கிடையாது. நீர் நிறைய இருப்பினும் மழை கிடையாது. கடல் அடியில் நீரின் ஓட்டம் மந்தமாக இருப்பதால் உயர்ந்த மலேமுட்டுகளே லேசில் அரித்துவிட முடியாது. எனவே, நீருக்கு அடியிலுள்ள தரையின் அமைப்பு, சந்திரனின் தரையின் அமைப்பைப் போலவே, மாற்றமின்றி, நிரந்தரமாக ஒரே மாதிரி இருக்கக்கூடியது. அதை விவரமாக ஆராய்ந்தால், நம் பூமியின் பழைய வரலாற்றைப்பற்றி அரிய செய்திகள் கிடைக்கும்.

படிவங்கள் எனப்படும் வரலாற்று நூல்

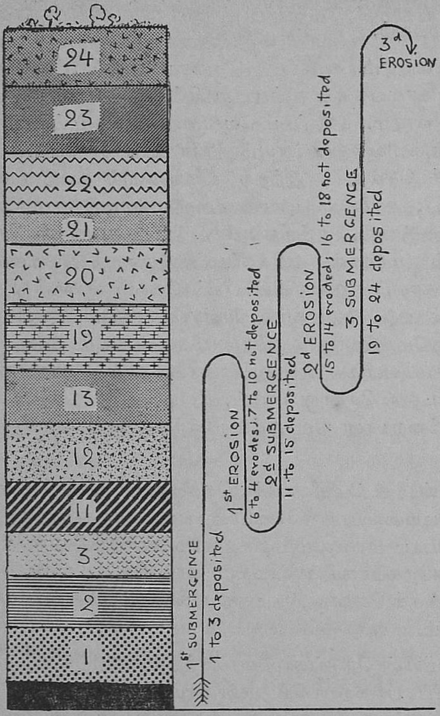
பல நூறு கோடி ஆண்டுகளில், கண்டங்களின் மேற்பரப் பானது தொடர்ந்து மாறிக்கொண்டே வந்திருக்கிறது. காரணம், மலேகளேத் தூக்கி உயர்த்தும் சக்திகளும் மழையும்தான். காலப் போக்கில் மலேத்தொடர்கள் தோன்றின. பிறகு நீரால் அழிந்தன. பழைய ஆறுகளின் மூலமாகக் கடல்களில் வந்து சேர்ந்த பொருள்

களின் இயல்புகளைக் கவனித்து இந்த உண்மையைத் தெரிந்து கொள்ள முடியும்.

நாம் வாழும் காலம் இத்தகைய ஒரு புரட்சிக்காலம்தான். இத்தகைய காலங்களில் கண்டங்களின் மேற்பரப்பெங்கும் மலைகள் உயரமாக எழும். அரிப்பும் வேகமாகவே நிகழும். செங்குத்தான மலைச் சரிவுகளில் சீறிப் பாயும் நீரோட்டங்கள் பெரும் பாறைகளை உடைத்துச் செல்லும். இந்தக் காலங்களில் கடலில் வந்து சேருபவை கப்பி, சரளை, பெருமணல் — என்னும் பொருள்களாகவே இருக்கும். ஆனால், புரட்சிகளுக்கு இடையேயுள்ள நெடுங்காலப் பகுதிகளில் (மலைகள் அரிக்கப்பட்டு மறைந்து, தரை சமமாக இருக்கும் காலம்) நில அரிப்பின் வேகம் குறைந்து கிடக்கும். சீறிப்பாயும் மலை ஓடைகள், பேரோசையிடும் அருவிகள், இவைகள் ஒன்றுமே இராது. பூமியின்மீது பெய்யும் மழை நீரானது, தாழ்ந்த சமவெளிகளின் வழியாக அகன்ற ஆறுகளாக மெள்ள ஊர்ந்து, கடலில் சென்று விழும். வெறும் புற நில அரிப்பைவிட, ரசாயன முறையான நில அரிப்பு இந்தக் காலங்களில் அதிகமாக இருக்கும்.

பூமியின்மீது மெதுவாகச் செல்லும் நீரில் — பாறைகளின் கரையக்கூடியவையான வெவ்வேறு பகுதிகள் கரைந்தே செல்லும். நயமான பொடி மணலும் மண்ணுமே பின்தங்கி நிற்கும். கரைந்த பொருள் அநேகமாகக் கால்ஸியம் கார்பனேட்டாகவே இருக்கும். இது கடலுக்குச் சென்று, தடித்த சுண்ணும்புக் கற்படிவங்களாகப் படிந்துவிடும்.

நம் பூமியின் நெடுங்கால வரலாற்றில், அரித்து வந்த பொருள்கள் இப்படிப் பாறையாகிய வண்ணம் இருக்கும். சில இடங்களை ஆராய்ந்து பார்த்தால், ஓர் ஒழுங்கான படிவ அடுக்கைக் காண முடியும். புரட்சிக்காலங்களில் படிந்த கரடுமுரடான பொருள்களும், அமைதிக் காலங்களில் படிந்த நயமான பொருள்களும் மாறி மாறி, ஒன்றின்மேல் ஒன்ருக அமைந்திருப்பதைக் காண முடியும். அத்தியாயம் அத்தியாயமாக நம் பூமியின் கதையை எழுத இது உதவும். அத்தகைய 'புத்தகம்' ஒன்றைக் கண்டங்களின் விளிம்பிலுள்ள கடற்தரைகளில் காண முடியும். ஏனெனில் எப்போதும் நீருக்குள்ளே மூழ்கியிருக்கும் இந்தப் பகுதிகளின் பக்கத்தில் உள்ள நிலப்பகுதியிலிருந்து நீர் அரித்து வரும் பொருள்கள் இவற்றில் ஓயாமல் வந்து சேர்ந்துகொண்டே இருந்திருக்கும். மொஹோல் திட்டம் போன்ற முயற்சிகள் ஆழ்கடலில் துளையிட்டு, நமது பூமியின் பழைய வரலாற்றைப்பற்றிப் பல அரிய செய்திகளை இனித் தர இருக்கின்றன. ஆனல், இதுவரை நமக்குக் கிடைத்த அறிவெல்லாம் கண்டங்களுக்குள் உள்ள ஆழமில்லாக் கடல்களில்



படம் : 43. பூமியில் அவ்வப்பொழுது ஏற்படும் எழுச்சியால், புவி-இயல் சம்பந்தமான சான்றுகள் தொடர்ச்சி அறுந்துபோய்விடுகின்றன.

முதல் முழுகல் காலத்தில் 1 முதல் 3 வரை பூமியில் படிந்தன. முதல் அரிப்புக் காலத்தில் 6 முதல் 4 வரை அரிக்கப்பட்டுவிட்டன. 7 முதல் 10 படிவாகவில்லை. இரண்டாவது முழுகல் காலத்தில் 11 முதல் 13 வரை படிவாயின. இரண்டாவது அரிப்புக் காலத்தில் 14-ம் 15-ம் அரிக்கப்பட்டு விட்டன. 16 முதல் 18 வரை படிவாகவில்லை. மூன்றாவது முழுகல் காலத்தில் 19 முதல் 24 வரை படிவாயின.

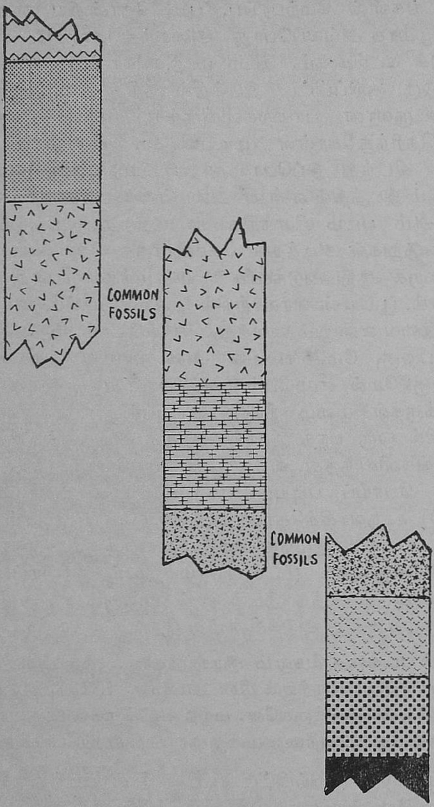
படிந்துள்ள பொருள்களை ஆராய்ந்ததால்தான். இந்தப் பொருள்களை பூமியின் உந்து சக்திகள் மேலே கொண்டுவரும். மேலேயுள்ள படிவங்களை நீர் அரிக்கும். இவற்றையெல்லாம் ஆராய்ந்துதான் இதுவரை நமக்குச் செய்திகள் கிடைத்துள்ளன.

கண்டங்களின் மேற்பரப்பு, பூமி தோன்றிய நாள் முதலே மேலும் கீழுமாக அவ்வப்போது அசைந்துகொண்டே யிருக்கிறது. உள்நாட்டுக் கடல்களும், இடம் மாறிக்கொண்டே யிருக்கின்றன. எனவே, ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் நதி — மழை மூலம் வந்து ஒதுங்கி உருவான பாறைகளிலிருந்து முழு விவரங்களையும் நம்மால் தெரிந்துகொள்ள முடியவில்லை. மூன்று முறை நீருள் அமிழ்ந்து கிடந்து இப்பொழுது வறண்டுபோன தரையின்மீது காணப்படும் இடத்தில் என்ன அமைப்பை எதிர்பார்க்கலாம் என்பதை 43-ஆம் படம் விளக்கிக் காட்டுகிறது. முதலில் முழுகிய காலத்தில் ஆறுகள் அடித்துக் கொணர்ந்த பொருள்கள் ஒன்றன் மேல் ஒன்ருக ஆறு அடுக்காக * அமைந்தன என்று வைத்துக் கொள்வோம். பூமியின் வரலாற்றில் ஒரு குறிப்பிட்ட கால அளவின் பதிவுகள் இவை என்றும் வைத்துக்கொள்வோம். இந்த அடுக்குகள் அமைந்த பிறகு, மேலோட்டின் அசைவால், இந்த இடம் கடல் மட்டத்திற்கு மேல் எழும்பும். அப்பொழுது புதிதாக உருவான இந்த அடுக்குகள் மழை நீரின் அரிப்புக்கு உள்ளாகும். இந்த அடுக்குகளில் ஒரு பாதி நீரால் அரித்து அடித்துச் செல்லப்பட்டு, மற்ற இடங்களிலிருந்து வந்த பொருள்களோடு கலந்து, வேறு எங்கேயோ போய்ப் படியும். கடலடியில் புதிய அடுக்குகள் (7, 8, 9, 10) உருவாகிக்கொண்டே யிருக்கையில், நாம் ஆராயும் இடம் தன் பொருளை இழந்துகொண்டேயிருக்கும். அதாவது மேல் மூன்று அடுக்குகளும் (6, 5, 4) முற்றிலும் அகற்றப்பட்டுவிடும். எனவே, மீண்டும் இந்த இடம் நீரில் முழுகும் காலத்தில், 11-வது அடுக்கு பழைய 3-வது அடுக்கின்மீது நேராக வந்து படியும்.

43-ஆம் படத்தை மேலும் ஆராய்ந்தால், இந்த இடத்தில் புவி-இயல் ஆராய்ச்சியாளருக்குக் கிடைப்பவை, 1, 2, 3, 11, 12, 13, 19, 20, 21, 22, 23, 24 அடுக்குகளே. மற்ற அடுக்குகள் உருவாகி இருக்க மாட்டா; அல்லது, அவற்றை மழை நீர் அரித்துப்போயிருக்கும்.

எனவே, ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் படிந்த அடுக்குகளை ஆராய்வது, பல பக்கங்கள் விட்டுப்போன ஒரு புத்தகத்தைப் படிப்பதற்குச் சமானம். ஆனால், வெவ்வேறு காலங்களில் நீருள் மூழ்கிய வெவ்வேறு இடங்களை ஆராய்ந்து ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், முழு விவரமும் கிடைக்கும். இது கடினமான வேலை. புவி-இயல் வரலாற்று முறையில் புவியை ஆராயும் இயலின் முக்கியப் பணி இதுதான். பூமியில் படிந்த அடுக்குகள் அனைத்தையும் காணும்

* அடுக்குகளை, புவி-இயல் யுகங்களுக்கு ஏற்ப, வரிசைப்படுத்தி, இங்கு கூறவில்லை. விளக்கமாக உரைப்பதற்கே இந்த வரிசை பயன்படுத்தப் பட்டுள்ளது.



படம் : 44. "படிவு நூலில்" தொடர்ச்சியற்ற பகுதிகளைச் சேர்த்து தொடர்பு காணும் முயற்சி.

Common Fossils — சாதாரணமாகக் கிடைக்கும் ஃபாஸில்கள்.

முயற்சி 44-ஆம் படத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ள முறையை அடிப்படையாகக் கொண்டது. வெவ்வேறு இடங்களில் படிந்த இரண்டு அடுக்குகளை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், ஒன்றின்மீதுள்ள மேல் படிவங்கள் இன்னொரு அடுக்கில் உள்ள கீழ்ப் படிவங்களை இயல்பில் ஒத்திருப்பதைக் காணமுடியும். அப்படியானல், முதல்அடுக்கில் உள்ள மேல்

படிவங்கள் இரண்டாவது அடுக்கின் கீழ்ப்படிவங்கள் உருவான காலத்திலேயே உண்டாகியிருக்கும் என்ற முடிவுக்குத்தான் வர வேண்டும்.* ஒரே கால அளவில் உண்டான படிவங்கள் சேரும்படி யாக இரண்டு அடுக்குகளையும் சேர்த்து அமைத்தால், பெரும் கால அளவில் நிகழ்ந்த மாறுதல்களின் பதிவு தொடர்ச்சியாகக் கிடைக்கும்.

படிந்த பொருள்களின் பௌதிக இயல்புகளுக்கும் ரசாயன இயல்புகளுக்கும் இடையே வித்தியாசங்கள் அதிகமாக இரா. மேலும், பொருள்கள் படிவது திரும்பத் திரும்ப ஒரே மாதிரி யாகவே இருக்கும். எனவே, அந்தந்தக் காலங்களில் வாழ்ந்த தாவரங்களின் மிச்சமும் பிராணிகளின் மிச்சமும் ஃபாஸில்களாக (பாறைகளில் அழுந்தி அதே வடிவு நிலைத்துப் போனவை) அந்தப் படிவங்களில் இல்லாதுபோனல், மேலே சொன்ன ஒப்பிடும் முறையால் அதிகப் பயன் ஏற்படாது. புவி வரலாற்றியல், தொல் லுயிர் ஆராய்ச்சி இயலோடு பிணைந்திருக்கிறது. கடலும் நிலமும்

---

*வட அமெரிக்காவின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் உள்ள புராதன இந்தியக் கிராமங்களை ஆராய இதைப்போன்ற முறையைக் கையாள்கிறார்கள். அந்த ஊர்கள் பெரும்பாலும் ஏரிக்கரைகளில் அமைந்தவை. அந்த ஏரிகளின் அடியில் இறுகிப்போன மரக்கட்டைகள் பலவற்றைக் காணமுடியும். அவை ஒருகாலத்தில் வீடுகளின் பகுதிகளாக இருந்தவை. ஒரு மரத்தை குறுக்கே அறுத்தால் வளையங்கள் தெரியும். மனிதனின் விரலில் காணும் வளையங்களைப் போன்றவை அவை. மரம் வளர்ந்த கட்டங்களுக்கு இடையேயுள்ள காலத்தைக் குறிக்கிறது ஒவ்வொரு வளையமும். அதைக் கொண்டு அந்தந்தக் காலத்தின் சீதோஷ்ண நிலையை ஊகிக்கலாம். நல்ல மழை பெய்த கோடையில் வளையங்கள் தடியாக இருக்கும். மழையற்ற கோடையாக இருந்தால், வளையம் மெலிந்து காணப்படும். இரண்டு கட்டைகளில் வளையங்கள் ஒரே அளவுக்கு ஒரே மாதிரியாக இருந்தால், இரண்டு மரங்களும் (ஒத்த வளையங்கள் தோன்றிய காலத்தில்) ஒரே காலத்தில் வளர்ந்திருக்கும் என்று நிச்சயமாகக் கூறலாம். ஒரு கட்டையின் வெளி வளையமும் (அதாவது அந்த மரம் வெட்டப்பட்டதற்குச் சற்று முன் தோன்றியது) இன்னொரு கட்டையின் மைய வளையமும் ஒத்திருப்பதுபோல் பார்த்து, பல கட்டைகளைத் தேர்ந்தெடுத்து, ஆராய்ந்தால் பல நூற்றாண்டு களில் நிகழ்ந்த மர வளர்ச்சியைப்பற்றி தெரிந்துகொள்ள முடியும். அதிலிருந்து எந்தெந்தக் காலங்களில் வெவ்வேறு மரங்கள் வீடு கட்ட அறுக்கப்பட்டன என்பதைப்பற்றிய தெளிவான தகவல் கிடைக்கும். மேலும், அந்தப் பிராந்தியத்தில், ஒரு குறிப்பிட்ட கால அளவில் என்னென்ன சீதோஷ்ண மாறுதல்கள் ஏற்பட்டன என்பதைப்பற்றியும் சுமாராகவாவது அறிய முடியும். வானிலை ஆராய்ச்சியே தெரியாத ஒரு காலத்தைப்பற்றி இப்பொழுது அறிந்துகொள்ள இது ஒரு வழி.

தோன்றி வளர்ந்து மாறிய வரலாற்ருேடு உயிர்கள் தோன்றி வளர்ந்து பரிணமித்த முழு வரலாறும் நமக்குக் கிடைத்து விடுகிறது.

நெடும் பழைய காலங்களை ஆராயப் புகுந்தால், பூமியின் வரலாற்றைச் சீராக அமைப்பது கஷ்டம். பொருட் படிவங்களைக் கொண்டு பிந்திய கால வரலாற்றை ஓர் அளவுக்கு நன்ருக அறிய முடிகிறது. ஆனல், இன்னும் பழைய காலத்தை எடுத்துக்கொண்டால், சான்றுகள் சரியாகக் கிடைப்பதில்லை. ஏனெனில், அந்த மிகப் பழைய காலத்தில் பூமியின்மீது உயிர் தோன்றியிராது. தோன்றியிருந்தாலும், அது மிகமிக எளிய உயிராகவே இருந்திருக்கும். அவற்றின் சுவடுகளைப் படிவங்களில் காண்பதற்கில்லை.

பொருட் படிவங்களை ஆராய்வதில் ஒரு முக்கியமான குறைபாடு உண்டு. கால அளவு அதில் தெரிவதில்லை. ஒரு படிவம் இன்னொரு படிவத்திற்கு முந்தியோ பிந்தியோ உருவாயிற்று என்று கூறலாமே தவிர, இரண்டுக்கும் இடையே எத்தனை ஆண்டுகள் ஆகியிருக்கும் என்று சொல்ல முடியவில்லை. புவி-இயல் நிகழ்ச்சிகளின் கால அளவை நிர்ணயிக்க, வெவ்வேறு பொருள்கள் ஓரிடத்தில் வந்து படிய எத்தனை காலம் பிடிக்கும் என்றும், ஊகங்களைச் செய்ய வேண்டியிருக்கிறது. இந்த ஊகங்கள் தீர்மானமானவை என்று சொல்வதற்கில்லை. அதிர்ஷ்டவசமாக, இன்று கதிரியக்கம் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுவிட்டது. அதைக் கொண்டு புராதன காலப் பொருள்களின் வயதை நிர்ணயிக்க முடிகிறது. இது எளிய முறை. மிகவும் கருக்காக காலத்தைக் கணக்கிடும் முறை.

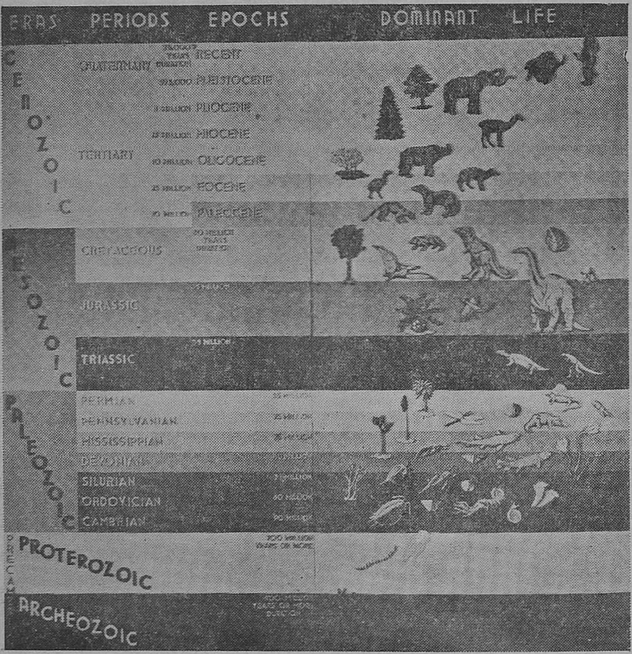
அக்கினிப் பாறைகளில் யுரேனியமும், தோரியமும் அடங்கியுள்ளன. அந்தத் தனிமங்கள் சிதைந்து உண்டான பொருள்களின் அளவைக் கொண்டு, அந்த அக்னிப் பாறைகள் எப்பொழுது இறுகித் திடமாயின என்று சொல்ல முடியும் என்பதை முதல் அத்தியாயத்தில் கூறினேம். பழைய காலத்தில் எரிமலைக் கக்கலால் உண்டான பாறைகளையும், வெவ்வேறு படிவ அடுக்குகளில் காணும் அத்தகைய பாறைகளையும், இந்த முறையால் ஆராய்ந்து பார்த்தால், எந்தெந்தக் காலத்தில் எந்தெந்தப் பொருள்கள் படிந்து அமைந்தன என்பதை நிர்ணயம் செய்ய முடியும்.

45-ஆம் படம் பூமியின் மேற்பரப்பின் பரிணமத்தைப் பொதுவாக விளக்குகிறது. வெவ்வேறு யுகங்களின் பெயர்களும், மலைகள் அடுத்தடுத்து உருவானதும், அந்தந்த யுகங்களில் வாழ்ந்த உயிர் வகைகளும், தாவர வகைகளும் இந்தப் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. வலது கோடியில் கதிரியக்க முறையால் நிர்ணயிக்கப்பட்ட கால அளவையும் காணலாம்.

படிவ நூலின் அத்தியாயங்களும் பகுதிகளும்

புவி-இயல் அறிஞர்கள், தலைமுறை தலைமுறையாக, ஆராய்ந்து வரும் பூமியின் படிவ அடுக்குகள் ஒரு பரந்த நூல் போன்றது. வரலாற்றுப் பிரசித்தி பெற்றது. அதோடு ஒப்பிட்டால் மனித இனத்தைப்பற்றி எழுதப்பட்டுள்ள கனமான சரித்திர நூல்கள் யாவும் சேர்ந்து ஒரு சிறிய ஏடு என்றே சொல்ல வேண்டும். கண்டங்களின் மேற்பரப்பிலிருந்து மழை நீர் அரித்து அடித்துக் கொண்டு போவது, சராசரியாக, ஒரு மைல் கனமிருக்கும். அரிக்கப்பட்ட பொருள்கள், பெரும்பாலும் கடற்கரை யோரமாக, சிறிய சிறிய பகுதிகளில் வந்து படிகின்றன. ஆனால், நெடுங்காலமாக அரிக்கப்பட்ட பொருள்கள் இன்னும் அதிகமிருக்கும். எல்லாவற்றையும் மொத்தமாகக் கணக்கிட்டால், இதுவரை அரிக்கப்பட்ட பொருள்கள் வந்து படிந்தது 60 மைல் கனமிருக்கும்! அதாவது ஆண்டுதோறும் 0·04 அங்குல கனம் வீதம் பொருட்படிவு வளர்கிறது. "படிவ நூலில்" ஒரு வருஷப் படிவை ஒரு பக்கம் என்று வைத்துக்கொண்டால், அது ஒரு சாதாரணப் புத்தகத்தின் ஒரு பக்கத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். இந்தப் "படிவ நூலில்" மொத்தம் 200 கோடி பக்கங்கள் இருக்கும்— அதாவது, பூமியின் வரலாற்றில் 200 கோடி ஆண்டுகள். ஆனால், இந்த 200 கோடி ஆண்டுகளும் நம் பூமியின் மேற்பரப்பின் பிந்திய வளர்ச்சிதான். அதற்கு முந்தி எத்தனை நூறு கோடிப் பக்கங்கள் மேற்பரப்பின் கீழ் பதுங்கிக் கிடக்கின்றனவோ? இந்த "நூலில்" ஒரே ஒரு பக்கத்தைப் படித்து, நாம் என்ன தெரிந்துகொள்ள முடியும்? குறைந்தது பல லட்சம் பக்கங்களையாவது புரட்டிப் பார்த்தால்தானே என்னென்ன மாறுதல்கள் ஏற்பட்டன என்பது ஓரளவுக்காவது தெரியும்! மனித வரலாற்றிலும் இப்படித்தான். ஒரு காலத்தில் வாழ்ந்தவர்களுக்கு ஆண்டுதோறும் ஏற்பட்ட மாறுதல்கள் முக்கியமாக இருந்திருக்கலாம். ஆனால் மனித இன வளர்ச்சியின் முக்கியமான பெரும் மாறுதல்களை அறிய, பெரும் கால அளவுகளை எடுத்துக் கொண்டல்லவா ஆராயவேண்டும்!

"பொருட் படிவு நூலின்" முக்கிய அம்சம் என்னவெனில், மற்ற நூல்களைப்போலவே, அதுவும் பல அத்தியாயங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருப்பதுதான். மலைகள் எழுந்த புரட்சி யுகம், பின்பு அவை அரிக்கப்பட்டு முழுகிக் கிடந்த நெடுங்காலம் - இவற்றுள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு அத்தியாயம். இந்த மாதிரி எத்தனை அத்தியாயங்கள் உள்ளன என்று சொல்லுவது கடினம். ஏனெனில், ஆரம்ப அத்தியாயங்கள் அரைகுறையாக, முற்றுப்பெறாத துண்டுகளாகவே உள்ளன. கடைசி மூன்று அத்தியாயங்களே, கிட்டத்தட்ட பூரணமாகவும் முரணில்லாத கதையாகவும் சொல்லுகிறது. அந்த மூன்று



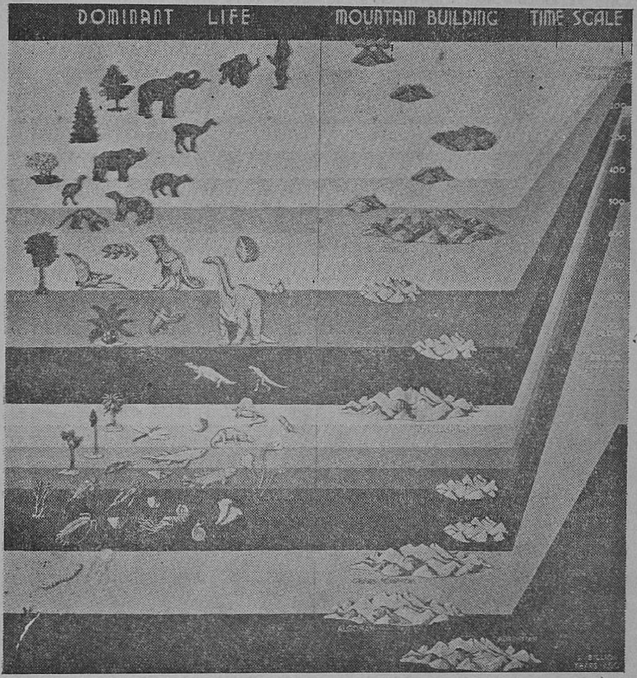
படம் : 45 - a. புவி-இயல் கால அட்டவணை.

(1) உலகின் வளர்ச்சி படிப்படியாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது. மிகக் கீழே உள்ளது ஆர்க்கியோஸோயிக்கு யுகம்—200 கோடி ஆண்டுகட்கு முற்பட்டது. அப்போதுதான் லாரன்ஷியன் (மலைகள் தோன்றிய) புரட்சி ஏற்பட்டது.

(2) கீழிருந்து இரண்டாவது படி—புரோடிரோஸோயிக்கு யுகம் (70 கோடி முதல் 80 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் வரை) 80 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் ஆல்கோமன் மலை எழு புரட்சி ஏற்பட்டது. இந்தக் காலத்தில்தான் அமெரிக்காவிலுள்ள கிராண்ட் கான்யன் தோன்றியிருக்க வேண்டும்.

(3) கீழிருந்து மூன்றுவது படியான பேலியோஸோயிக்கு யுகத்தில் 7 பிரிவுகள் உள்ளன. (20 கோடி முதல் 50 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் வரை உள்ள யுகம் இது).

(1) காம்பிரியன் — (9 கோடி ஆண்டு காலம்)
(2) ஆர்டோவிஸியன் — (6 கோடி ஆண்டு காலம்)



படம் : 45 - b. *(Courtesy of the University of Colorado Museum)*

(3) ஸைலூரியன் — ($2\frac{1}{2}$ கோடி ஆண்டு காலம்)
(4) டெவோனியன் — (4 கோடி ஆண்டு காலம்)
(5) மிஸ்ஸிஸிபியன் — ($2\frac{1}{2}$ கோடி ஆண்டு காலம்)
(6) பென்சில்வேனியன் — ($2\frac{1}{2}$ கோடி ஆண்டு காலம்)
(7) பெர்மியன் — ($3\frac{1}{2}$ கோடி ஆண்டு காலம்)

ஆப்பலேச்சிய மலைப் புரட்சி இந்த ஏழாவது பிரிவில்தான் ஏற்பட்டது.

(4) கீழிருந்து நான்காவது படியான மெஸோஸோயிக்கு யுகம் — கி. மு. இருபது கோடி ஆண்டுக்குப் பின்பு தோன்றிய யுகம். இதில் 3 பிரிவுகள் உள்ளன :

1. டிரையாஸிக் பிரிவு—$3\frac{1}{2}$ கோடி ஆண்டு காலம்
2. ஜுராஸிக் பிரிவு —$3\frac{1}{2}$ கோடி ஆண்டு காலம்
3. க்ரிடேஷியஸ் பிரிவு—6 கோடி ஆண்டு காலம்

(லாரமெட் மலை எழு புரட்சி இந்த மூன்றாவது பிரிவில் தொடங்கிற்று)

(தொடர்ச்சி 128-ஆம் பக்கத்தில்)

அத்தியாயங்கள் கூறும் காலம் 60 கோடி ஆண்டுகள். கிட்டத் தட்ட அரைக்கால் பங்கு. இது மிகவும் சுவையான பகுதி. ஏனெனில் பூமியில் வாழ்ந்த உயிரினங்களின் சுவடுகள் ஃபாஸில்களாக, எஞ்சி யது இந்தக் காலத்தில்தான். இந்தக் கடைசி மூன்று அத்தியாயங் களின் பெயர்களாவன: (1) முதல் பேலியோஸோயிக்கு யுகம் (2) பிந்திய பேலியோஸோயிக்கு யுகம், (3) மெஸோஸோயிக்கு யுகம். நூலின் முடிவில் ஸீனேஸோயிக்கு என்னும் புது அத்தி யாயம் தொடங்குகிறது. அது சமீபத்தில் தொடங்கிய யுகம், "சமீ பத்தில்" என்ருல், புவி-இயல் மொழியில் "சுமார் ஏழு கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்" என்று அர்த்தம். ஒவ்வொரு அத்தியாயத் தின் நீளத்தோடு இதை ஒப்பிட்டால், இது மிகமிகச் சிறியது. பூமி யின் வரலாற்றில் ஒர் அத்தியாயம் என்பது சராசரியாக, பத்துக் கோடி ஆண்டு முதல் இருபது கோடி ஆண்டு வரையிலுள்ள கால அளவைக் குறிக்கும். ஒவ்வோர் அத்தியாயமும் மலைகள் உருவான புரட்சிக் காலத்திலிருந்து தொடங்குகிறது. ஒவ்வொன்றிலும் சின்ன 'பாரா' (பகுதிகளும்) உண்டு. முதல் பேலியோஸோயிக்கு அத்தி யாயம் காம்பிரியன், ஆர்ட்டோவிஸியன், ஸைலூரியன் என்ற பகுதிகளாகவும், மெஸோஸோயிக்கு அத்தியாயம் டிரையாஸிக் ஜுராஸிக், க்ரிட்டேஷியஸ் - என்ற பகுதிகளாகவும் பிரிக்கப்பட் டுள்ளன. இந்த உட்பிரிவு நாமாகச் செய்ததுதான். பூமியின் பொருட் படிவின் வெவ்வேறு பகுதிகளை வெவ்வேறு இடங்களில் ஆராய்ந்ததால் ஏற்பட்டது. உதாரணமாக, காம்பிரியன் பாறைப் படிவங்களை, முதல் முதலாக, வேல்ஸ் பிராந்தியத்தில் கண்டு

---

(5) கீழிருந்து ஐந்தாவது படியான ஸீனேஸோயிக்கு யுகம் கி. மு. 10 கோடி ஆண்டுக்குப் பிற்பட்ட காலம். இதில் இரு பெரிய பிரிவுகள் உள்ளன. முதல் பிரிவான டெர்ஷியரி காலத்தில் மூன்று உட்பிரிவுகள் உள்ளன. அவை:

1. பாலியோஸீன் — 1 கோடி ஆண்டு காலம்
2. ஈயோஸீன் — 2½ கோடி ஆண்டு காலம்
3. ஆலிகோஸீன் — 1 கோடி ஆண்டு காலம்

இரண்டாம் பிரிவான குவார்ட்டர்னரி காலத்தில் 4 உட்பிரிவுகள் உள்ளன. அவை:

1. மியோஸீன் — 1 கோடி 30 லட்சம் ஆண்டு காலம்
2. பிலியோஸீன் — 1 கோடி 10 லட்சம் ஆண்டு காலம்
3. பிலிஸ்டோஸீன் — 2½ லட்சம் ஆண்டு காலம்
4. சமீப காலம் — 25,000 ஆண்டு காலம்

ஒவ்வொரு காலத்திலும் தோன்றிய முக்கிய உயிரினங்களும் மலை எழு புரட்சிகளும் இந்தப் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளதை நன்கு கவனிக்கவும்.

பிடித்து ஆராய்ந்தனர். பழைய காலத்தில் வேல்ஸுக்கு காம்பிரியா என்று பெயர். எனவே, அந்தப் பெயரையே அங்கு கண்ட பாறைப் படிவத்திற்கும் வைத்துவிட்டார்கள். ப்ரான்சுக்கும் ஸ்விட்ஸர் லாந்துக்கும் இடையே உள்ள ஜுரா மலைகளில் கண்டுபிடித்த பாறைப் படிவங்களுக்கு ஜுராஸிக்கு என்று பெயர் வைத்தார்கள். புவி-இயல் காலத்தை இன்னும் மேலும் பிரித்துக்கொண்டுபோக, இயற்கையான காரணம் ஏதும் இல்லை. எனவே, சௌகரியத்திற்காக, இந்தப் பெயர்களையே வைத்துக் கொண்டிருக்கிறோம்.

பூமியின் வரலாற்றில், இந்த வெவ்வேறு காலங்களில் ஏற்பட்ட முக்கிய நிகழ்ச்சிகளை இனி கூறப்போகிறோம்.

துண்டுதுண்டாகக் கிடைத்துள்ள முதல் பக்கங்கள்

பூமி என்னும் இந்தக் கிரகம் குளிர்ந்த பிறகு, என்று அதன் மீது முதல் மழைத்துளி வீழ்ந்ததோ, என்று அதன் கருங்கல் மேலோட்டில் முதல் விரிசல் கண்டு அழிவுவேலை தொடங்கிற்றோ, அன்றுதான் "பொருட்படிவு நூலின்" முதல் பக்கம் தொடங்கியிருக்கவேண்டும். அந்தப் புராதன காலத்தில் படிந்த பொருள்கள், பூமிக்குள் மிகமிக ஆழத்தில் பதிந்து புதைந்து கிடக்கின்றன. அவை மேற்பரப்புக்கு வருவது மிகச் சில இடங்களில்தான்.

உலகம் எங்கும் முதலில் இந்தப் பொருட்படிவு ஏற்பட்டது. பின்பு, அதாவது 200 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன், பூமியின் மேலோடு சுருங்கி, நொறுங்கத் தொடங்கிற்று. 'லாரன்ஷியன் புரட்சி' * என்று இதைச் சொல்லுகிறார்கள். அப்பொழுது முதலில் அமைந்த பொருட்படிவுகளின்மீது உருகிய கருங்கல் குழம்புகள் பெருமளவுக்கு வந்து கொட்டின. அதே சமயம், படிவங்களும் உயர்ந்து, பிரம்மாண்ட மலைகளாக மடிந்தன. இந்த மலைகளைத் தற்காலத்திய பூகோளப் படங்களில் காண்பது சாத்தியமில்லை. ஏனெனில், பல கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, மழைநீர் தாக்கித் தாக்கி, இந்த மலைகள் இருந்த இடம் தெரியாமல், மறைந்துபோய் விட்டன. பூமியின் மேற்பரப்பில் சிற்சில இடங்களில்தான் (கானடாவில் காணலாம்) இந்தப் புராதனப் படிவங்களைக் காணமுடியும். எனவே, இந்தப் பழைய மலைகள் எங்கெங்கு இருந்தன என்று பூகோள ரீதியாக, அவற்றின் எஞ்சிய வேர்களைக் கொண்டு, சொல்ல முடியாது.

---

* பூமியின் மேற்பரப்பில் இதுதான் முதல் புரட்சி என்று எண்ணவேண்டியதில்லை. அதற்கு முன்னாலும், பூமிக்குள் உந்தும்இயக்கம் நிகழ்ந்து பல புரட்சிகள் ஏற்பட்டிருக்கலாம். ஆனால், "பொருட் படிவுச்" சான்றுகள் அப்போது தோன்றாததால், அதைப்பற்றி ஒன்றுமே சொல்வதற்கில்லை.

முதல் மலைத்தொடர்கள் முற்றிலும் அரிக்கப்பட்ட பிறகு, கண்டங்களில் பெரும் பகுதிகளை மீண்டும் நீர் மூடிவிட்டது. பழைய படிவங்களின்மீது பல புதிய பொருட்படிவங்கள் கனமாகச் சுமந்து அமைந்தன. பிறகு, இன்னொரு புரட்சி வந்தது. இதை 'ஆல் கோமான்' என்று சொல்லுகிறார்கள். புதிய மலைகள் எழுந்தன. கருங்கல் குழம்பு வந்து கொட்டியது. பின்னர், பொருள் வந்து படியும் அமைதியான நெடுங்காலப் பகுதி. பிறகு, புரட்சி. மீண்டும் பொருட்படிவு.......

'புரட்சி', 'பொருட்படிவு' என்று மீண்டும் மீண்டும் சொல்லும் பொழுது, வாசகர்களுக்கு அலுப்புத்தட்டலாம். இன்னும் ஒரே ஒரு முறை சொன்ன பிறகு, கதை சுவாரஸ்யமாகவே இருக்கும். கவலைப்படாதீர்கள். நமக்குத் தெரிந்த புரட்சிகளில் ஐந்தாவதற்கு 'சார்னியன் புரட்சி' என்று பெயர். அதிலிருந்து பூமியின் வரலாற்றைப் பற்றிய தகவல் சரியாகக் கிடைக்கிறது—மனித வரலாற்றில் புராதன எகிப்தின் காலத்திலிருந்து சரித்திரத் தகவல்கள் கிடைப்பதுபோல. சார்னியன் புரட்சிக்குப் பிறகு உண்டான பொருட்படிவுகளை பூமியின் பல பாகங்களில் ஆராய்ந்திருக்கிறார்கள். பூமியின் மேற்பரப்பின் வளர்ச்சிபற்றி ஏறக்குறைய ஒரு முழுச் சித்திரம் கிடைக்கிறது. அப்பொழுது தொடங்கி, படிவுகளில் வெவ்வேறு பழங்கால உயிர்களின் ஃபாஸில்கள் நிறையக் காணப்படுகின்றன. பூமியின் வரலாற்றின் நிகழ்ச்சிகளை, முன் பின் வரிசையாக, ஒர் ஒழுங்கோடு அமைக்க, இந்த ஃபாஸில்கள் உதவுகின்றன. சார்னியன் புரட்சிக்குப் பின் அமைந்த பொருட்படிவுகளில் 'படிவு நூலின்' மூன்று அத்தியாயங்களைத் தெளிவாகக் காணமுடியும். பிறகு, அத்துணை கனமற்ற சில புதிய படிவங்கள் கிடைக்கின்றன. இவைதான் புதிய அத்தியாயத்தின் தொடக்கம். இப் புதிய அத்தியாய காலத்தில்தான் நாம் வாழ்ந்துவருகிறோம். அதை எழுதுவதிலேயும் நமக்குப் பங்கு கிடைத்திருக்கிறது.

பொருட்படிவு நூலில் மூன்று முழு அத்தியாயங்கள்

பூமியின் வாழ்வில் வரலாறு தெரியத் தொடங்கியது சார்னியன் புரட்சியிலிருந்துதான். அந்தப் புரட்சியின் விளைவாக, கண்டங்கள் அனைத்தும் கடல் மட்டத்திற்குமேல், மிக உயரமாக விம்மி எழுந்தன. இன்று இருப்பதைவிட, கண்டங்கள் அன்று இன்னும் பெரிதாக இருந்திருக்கும் எனத் தோன்றுகிறது. உதாரணமாக, இந்த உந்தலால் அட்லான்டிக் பசிஃபிக் கடல் நீர் பின்வாங்கி, வட அமெரிக்காவின் நிலப்பகுதி நூற்றுக்கணக்கான மைல் அதிகமாக இருந்தது. இன்று அந்தப் பகுதிகளைக் கடல்கொண்டுவிட்டது. இன்றுள்ள மெக்ஸிக்கோ வளைகுடாவும், கரீபியன் கடலும்,

நிலமாக இருந்தன. இன்று இரண்டு அமெரிக்காக்களுக்கும் நடுவே ஒரு குறுகிய பூசந்தியைக் காண்கிறோம். அன்று இரண்டும் 48 — 55 படங்களில் முதல் படத்தில் உள்ளதுபோல, ஒரே கண்ட மாக இருந்தன. அதேபோல அட்லான்டிக் கடலின் கிழக்குக் கரை யிலும், நிலப்பகுதிகள் மேற்கு நோக்கிப் பரந்திருக்கும். முக்கிய மாக பிரிட்டிஷ் தீவுகளிலிருந்து கிரீன்லாந்துவரை 'அட்லான் டிடா' * என்று, நீளமான ஒரு நிலப்பரப்பு இருந்திருக்கவேண்டும்.

ஒரு புரட்சி தோன்றிய பிறகு, மேலே உந்தப்பட்ட கண்டங் கள் மீண்டும் பூமிக்குள்ளிருக்கும் உருமாறக்கூடிய குழம்பில் உட் காரத் தொடங்கிவிடும். மழை ஓயாமல் கொட்டிக்கொட்டி, மலை களின் பாறைப்பொருள்களையும் உயர்ந்த பீடபூமிகளையும் அரித்து அடித்துக்கொண்டுபோகும். கடல்நீர் நிலத்துள் புகுந்து, கண்டங் களின் உட்புறத்தில் தாழ்ந்த பகுதிகளில் வந்து நிறைந்து உள் நாட்டுக் கடல்களாக உருவாகும். யூரேஷியாக் கண்டத்தில் இப் படி உட்புகுந்த கடல்நீர் ஒரு பெரிய உள்நாட்டுக் கடலாயிற்று. இன்று, ஜெர்மனி, தென் ரஷ்யா, ஸைபீரியாவின் தெற்குப் பகுதி கள், சீனுவின் பெரும் பகுதி — இத்தனையும் ஒருகாலத்தில் உள் நாட்டுக் கடலாக இருந்தவை. அந்தக் கடலைச்சுற்றி ஒரு மேட்டு வெளி, வளையம்போல் சூழ்ந்திருந்தது. இன்று, ஸ்காட்லாந்து, ஸ்காண்டினேவியா, வட ஸைபீரியா, இமயமலை, காக்கஸஸ்மலை, பால்க்கன் பகுதி, ஆல்ப்ஸ்மலை — இவை உள்ள இடங்களின் வழியே அந்த மேட்டுவெளி சென்றது. இந்த மேடுகள் பிற்காலத்தில் மழை யாலும் காற்றுலும் அரிக்கப்பட்டு, முற்றிலும் மறைந்துவிட்டன என்பதை ஞாபகத்தில் வைத்துக்கொள்ளவேண்டும். இன்று இந்த இடங்களில் காணும் மலைகள் பிற்காலத்தில் தோன்றியவை. ஆனல் ஆப்ரிக்கா கண்டம் மட்டும் இந்தக்காலம் முழுவதும் நீர் புகாமலே தப்பியிருக்கும் என்று தோன்றுகிறது. அது ஐரோப்பாவோடு நிலப்பகுதியால் இணைந்தேயிருந்தது. இணைந்த அந்த நிலப்பகுதி இன்று மத்தியதரைக் கடலாக இருக்கிறது. ஆஸ்ட்ரேலியாவின் வடபகுதி இந்துமகா சமுத்திரத்தில் மூழ்கிக் கிடந்தது. அதன் தென் பகுதியோ அன்டார்ட்டிக்கை நோக்கி வெகுதூரம் நிலப் பகுதியாகவே பரந்திருந்தது. அட்லான்டிக்கின் மேற்குப்புறத்தில், கடல்நீர் பூமத்தியரேகைப் பகுதிகளில் ஊடுருவி, அமெரிக்கக் கண்டத்தை ஏறக்குறைய இரண்டு பகுதிகளாகவே (வட, தென்,

---

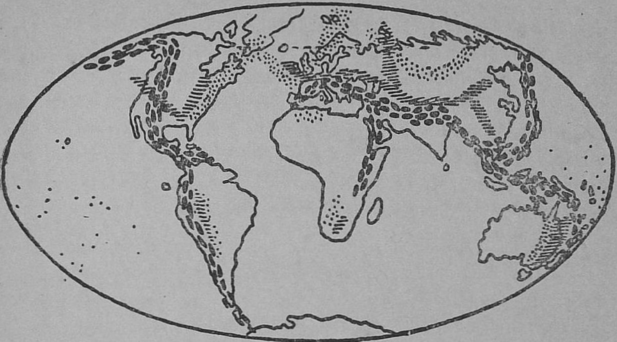
* 'அட்லான்டிஸ்' என்று புராணக் கதைகள் கூறும் கண்டத்திற்கும், இதற்கும் யாதொரு சம்பந்தமுமில்லை. 'அட்லான்டிடா' இருந்தது, இந்தப் பூமியின்மீது மனிதன் தோன்றுவதற்குப் பல கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்னுல்.

அமெரிக்காக்களாக) பிரித்துவிட்டது. இன்று, மெக்ஸிக்கோ, டெக்ஸாஸ் என்று சொல்லப்படும் நிலப்பகுதிகளிலும் கடல் நீர் புகுந்து விட்டது. மிஸ்ஸிஸ்ஸிப்பி நதிப் பள்ளத்தாக்கு, பெரிய ஏரிகளுள்ள பிராந்தியம், தெற்குக் கானடாவில் பகுதிகள் - இவை உட்பட, வட அமெரிக்காவின் மத்தியப் பகுதியில் எல்லாம் வடக்கு பசிபிக் கடல் நீர்புகுந்து, நிரம்பிவிட்டது. பூமத்திய ரேகைக்குத் தெற்கில், அட்லான்டிக் கடல் புகுந்து, ஆழமற்ற நீர்ப்பகுதியாகிவிட்டது. அந்த நீர்ப்பகுதிதான் இன்று ப்ரேஸில் நாடாக ஆகிவிட்டது.

இப்படி எங்கும் கடல் உள்ளே புகுந்து முழுக அடித்ததுதான் முதல் பேலியோஸோயிக்கு யுகத்தின் மிக முக்கியமான நிகழ்ச்சி. சுமார் 16 கோடி ஆண்டு இது நீடித்தது. ஆனால், இந்த யுகத்தில் பூமியின் மேலோட்டின் அசைவோ, கலக்கமோ நேரவில்லை என்று நினைக்கவேண்டாம். மலைகள் ஆங்காங்கு, சிறு அளவில் தோன்றிக்கொண்டுதானிருந்தன. மெள்ளமெள்ள, மலைகள் எழுவதும், நிலம் ஆழ்வதுமாக இருந்ததால், கண்டங்களில் உள்நாட்டுக் கடலின் கரைகள் மாறிக்கொண்டேயிருந்தன. ஆனால், இந்த மாறுதல்கள் சிறு அளவில்தான் நிகழ்ந்தன. பூமியின் மேலோட்டில் ஏற்பட்ட நெருக்கங்கள், மெள்ள மெள்ள, தம் சக்திகளைத் திரட்டிய வண்ணம் இருந்தன. கடைசியில் ஒரு பெரிய புரட்சியாக அது வெடித்தது. கிறிஸ்து பிறப்பதற்கு 28 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்னால் அந்தப் புரட்சி நிகழ்ந்தது.

பிந்திய பேலியோஸோயிக்கு அத்தியாயத்தைத் துவக்கிவைத்த புவிக் கலக்கம் 'காலிடோனியன் புரட்சி' என்று வழங்குகிறது. ஸ்காட்லாந்திலும், வடக்கு அயர்லாந்திலும் உள்ள மலைகளுக்குக் காலிடோனிய மலைகள் என்று பெயர். அங்குதான் இந்தப் புரட்சியின் விளைவுகள் குறிப்பாகக் காணப்பட்டன. எனவே, அந்தப் பெயரையே இந்தப் புரட்சிக்கு வைத்தார்கள். இந்தப் புரட்சியின் பயனாக ஒரு பெரிய மலைத்தொடர் உந்தி எழுந்தது. அம்மலைத் தொடர் ஸ்காட்லாந்து, வடகடல் ஆகியவற்றின் வழியாகச் சென்று ஸ்காண்டினேவியத் தீபகற்பத்தில் ஸ்ப்பிட்ஸ்பர்கன் வரையில் பரந்திருந்தது.

இந்த மலைத்தொடர் நீடித்து வட ஸைபீரியாவின் குறுக்கே சென்றது. ஆசியாக் கண்டத்தின் உயர்ந்த வடக்கு விளிம்பாகத் திகழ்ந்தது. இன்னொரு மலைத்தொடர் ஸ்காட்லாந்திலிருந்து, வட அட்லான்டிக்கின் வழியாக, க்ரீன்லாந்துவரை சென்றது. ஆர்க்டிக் கடலை வட அட்லான்டிக் கடலிலிருந்து துண்டித்துவிட்டது. வட அமெரிக்காவில் இந்தப் புரட்சி யுரேஷியாவில் தோன்றியதற்குச் சிறிது காலத்துக்குப் பிற்பட்டு நிகழ்ந்தது. அங்கு எழுந்த மலைத்தொடர் கானடாவின் கீழ்க்கோடியிலிருந்து நோவாஸ் -



படம்: 46. கடந்த முப்பது கோடி ஆண்டுகளில் மலைகளை மடித்து எழும் பெரிய புரட்சிகள் மூன்று தோன்றியுள்ளன:

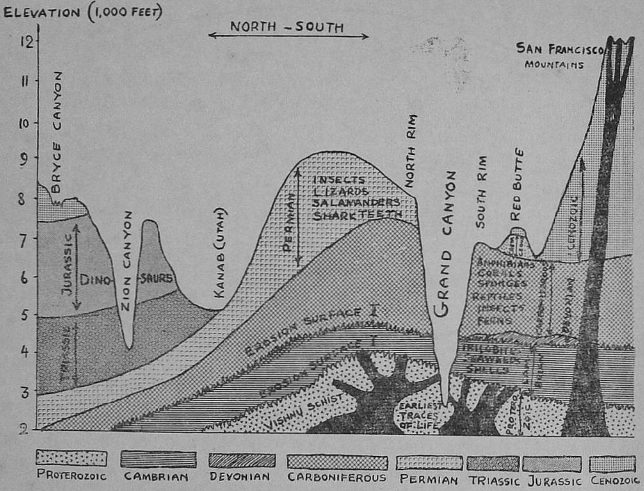
(1) சிறுசிறு புள்ளிகள் சுமார் கி. மு. 310,000,000 ஆண்டில் நடந்த காலிடோனியப் புரட்சியால் எழுந்த மலைத்தொடர்களைக் குறிக்கின்றன.

(2) மெல்லிய கோடுகள் கி. மு. சுமார் 200,000,000 ஆண்டில் நடந்த ஆப்பலேச்சிய புரட்சியில் எழுந்த மலைத் தொடர்களைக் காட்டுகின்றன.

(3) கறுப்பான, அழுத்தமான பெரும் புள்ளிகள் கி. மு. சுமார் 70,000,000 ஆண்டுக்கும் சுமார் கி. மு. 35,000,000 ஆண்டுக்கும் இடையே நிகழ்ந்த லாரமைடு புரட்சியில் எழுந்த மலைத் தொடர்களைக் காட்டுகின்றன.

கோஷியா வழியாகவும், அட்லாண்டிக் கரையோரமாகவும், மேலும் தெற்கே சென்றது. தென் அமெரிக்காவிலும், தென் ஆப்ரிக்காவிலும், ஆஸ்ட்ரேலியாவிலும் பல இடங்களில் இந்தப் புரட்சியின் இயக்கத்தைக் காணமுடியும். 46-ஆம் படம் இந்தக் காலிடோனியன் புரட்சியின் முக்கியச் சாதனைகளை எடுத்துக் காட்டுகிறது.

காலிடோனியன் புரட்சியின்போது, மலைகள் மடிந்து மடிந்து பெரிய அளவில் தோன்றினாலும், முந்திய புரட்சியைப்போல அவ்வளவு கடுமையாக இல்லையென்று தோன்றுகிறது. நில உந்தலும் அவ்வளவாக இல்லை. சார்னியன் புரட்சியில் கண்டப்பகுதிகளிலிருந்து நீர் பெருவாரியாகப் பின்வாங்கிற்று. ஆனால், காலிடோனியப் புரட்சியில் மத்திய வட அமெரிக்கக் கடலோ, மத்திய கிழக்கு



படம் : 47. கிராண்ட், ஸயன், ப்ரைஸ் ஆகிய கான்யன்களின் மூலம் காணும் பூமியின் மேலோட்டின் வரைபடம். கீழிருந்து மேலே உள்ள அளவு பக்க வாட்டு அளவைவிட சுமார் 60 மடங்கு பெரிதாக வரையப்பட்டுள்ளது.

இடப் பக்கம் — வடக்கு
வலப் பக்கம் — தெற்கு

கீழிருந்து மேலே: 2, 3, 4.........என்ற எண்கள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு ஆயிரம் அடிக்குச் சமானம்.

ஐரோப்பாவில் உள்ள பெரும் நீர்ப்பரப் போ பாதிக்கப்படவே இல்லே. மேலும், பூமியின் மேலோட்டில் கண்ட நெருக்கம் முற்றிலும் தீரவில்லே. பிந்திய பேலியோஸோயிக்கு யுகம் முழுவதுமே பூமியின் மேலோட்டில் கலக்கம் நீடித்துக்கொண்டேயிருந்தது. காலிடோனியன் புரட்சி கடுமையாக இல்லே என்பதற்கு இதுவும் ஒரு சான்று. காலிடோனியன் புரட்சிக்குப்பிறகு, 13 கோடி ஆண்டுகள் கழித்து, ஆப்பலேச்சியன் புரட்சி ஏற்பட்டது. இந்த 13 கோடி ஆண்டு முழுவதும், சின்னஞ் சிறு அளவில் பூமி உந்தலும், நிலம் அமிழ்தலும், சிறிய மலேத்தொடர்களின் தோற்றமும் நிகழ்ந்த வண்ணமே இருந்தன.

மெஸோஸோயிக்கு யுகத்தைத் தோற்றுவித்த புரட்சியால், அதற்கு முந்திய காலத்தில், சிறு அளவில் நிகழ்ந்துவந்த மேலோட்டுக் கலக்கங்கள் கடுமையாயின. அதன் பயனுக, உலகம் எங்கும்

உயரமான மலைத்தொடர்கள் பல எழுந்தன. 47-ஆம் படத்தைப் பார்க்கவும்.

வட அமெரிக்காவில் பூமியின் மேலோடு மடிந்து 'V' வடிவில் ஒரு மலைத் தொடர் எழுந்தது. அந்த 'V' யின் உச்சி டெக்ஸாஸில் இருந்தது. இந்தத் தொடரின் ஒரு கிளை, கல்ஃப்கோஸ்ட்டு ஓரமாக, இன்று ஆப்பலேச்சிய மலைகள் உள்ள இடத்தின் வழியே சென்றது. இன்னொரு கிளை வடமேற்காகச் சென்று, இன்றைய ராக்கி மலைகளின் முன்னோடியாக ஆகி, பூஜிட்டு ஸௌண்ட் வரை சென்றது. ஐரோப்பாவில் மேலோட்டு நெருக்கத்தால், நீண்டதொரு மலைத் தொடர் எழுந்தது. அயர்லாந்திலிருந்து (அல்லது அட்லான்டிக் கடலுக்குள்) தொடங்கி, மத்திய ஃப்ரான்ஸ், தெற்கு ஜெர்மனி ஆகியவற்றின் வழியாக, இப்பொழுது இமயம் உள்ள இடத்திற்கு வடக்கேயிருந்த ஆசியமலைத் தொடரோடு சேர்ந்து கொண்டது.

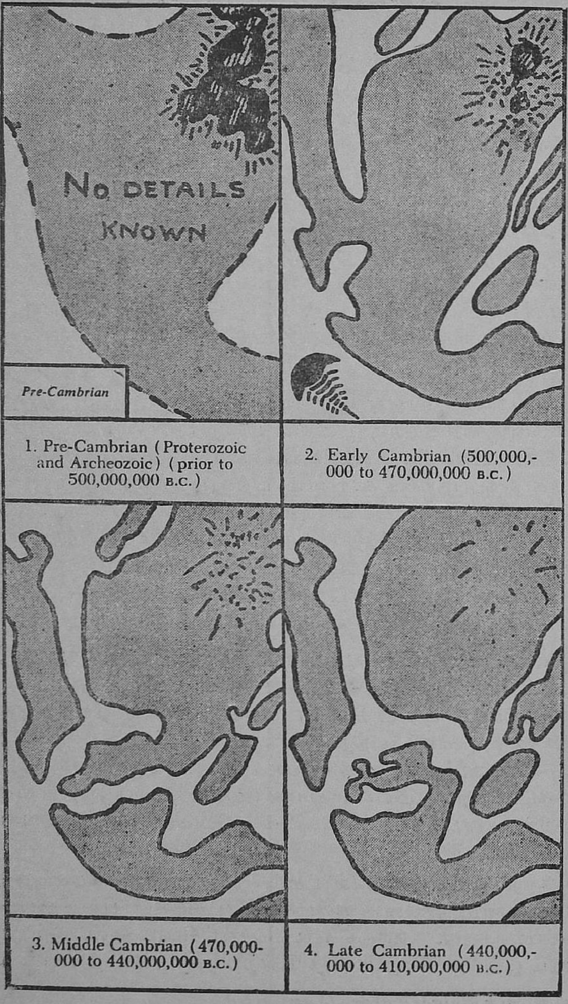
பழங்கால மலைகளைப்போலவே, இந்த கம்பீர மலைத்தொடர்களும் வெகுகாலத்திற்கு முன்பே மழையால் அழிவுற்று மறைந்தன. கண்டங்களில் சமவெளிகளைவிடச் சில பகுதிகள் சற்று மேடாக இருப்பதற்குக் காரணம், பிற்காலத்தில் ஏற்பட்ட நில உந்தல்தான். இப்பொழுதுள்ள ஆப்பலேச்சிய மலைகளும் (இதனுல் அந்தப் புரட்சிக்கே இந்தப் பெயர் உண்டாயிற்று), வோஷ் மலைகளும், ஸ்யூடேட்டன் மலைகளும் இருபது கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்னிருந்த பிரம்மாண்ட மலை வடிவங்களை நினைவுப்படுத்தும் அற்ப அடையாளங்களே ஆகும்.

மெஸோஸோயிக்கு யுகத்தில் நிலங்கள் கடலுக்குள் மூழ்கிய நிகழ்ச்சி, அண்மையில் - அதாவது, ஏழு கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் - ஏற்பட்ட புரட்சியின் தொடக்கம்வரை நீடித்திருந்தது. அந்த நில முழுக்கம் முந்திய நில முழுக்கங்களைப்போலவே இருந்தது. எண்ணற்ற தாழ்ந்த வெளிகளும் சதுப்பு நிலங்களும், ஆழமற்ற கடல்களும் பூமியின்மீது மண்டி, அந்தக் காலத்தில் மிகுந்து சஞ்சரித்த ராட்சதப் பல்லிகளின் விளையாட்டு அரங்கங்களாக அமைந்தன.

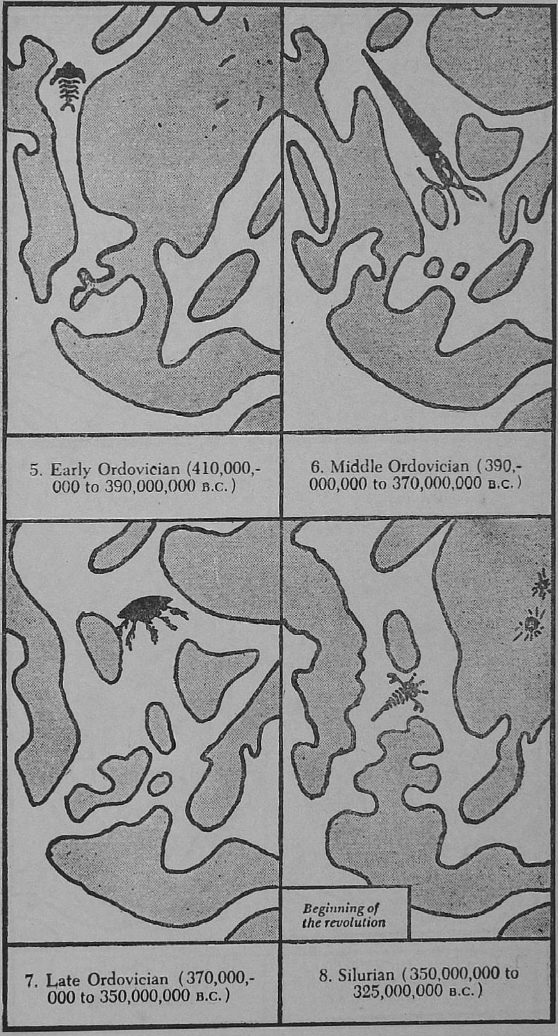
ஆனுல் பூமியின் மேலோட்டில் நெருக்கங்கள் சக்தியைத் திரட்டிய வண்ணமிருந்தன. கடைசிப் புரட்சிக்குப் பூமி தயாராகிக் கொண்டிருந்தது. அந்தக் கடைசிப் புரட்சியால்தான், இன்று நாம் காணும் பூமியின் மேற்பரப்புத் தோற்றங்கள் அமைந்துள்ளன.

கடைசி அத்தியாயத்தின் தொடக்கம்

மலைகள் எழுந்த கடைசிப் புரட்சி ஏழு கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் தோன்றிற்று. அதன் பெயர் 'லாரமைடு' புரட்சி. அது


No DETAILS KNOWN
Pre-Cambrian
1. Pre-Cambrian (Proterozoic and Archeozoic) (prior to 500,000,000 B.C.)
2. Early Cambrian (500,000,-000 to 470,000,000 B.C.)
3. Middle Cambrian (470,000-000 to 440,000,000 B.C.)
4. Late Cambrian (440,000,-000 to 410,000,000 B.C.)

படம்: 48.



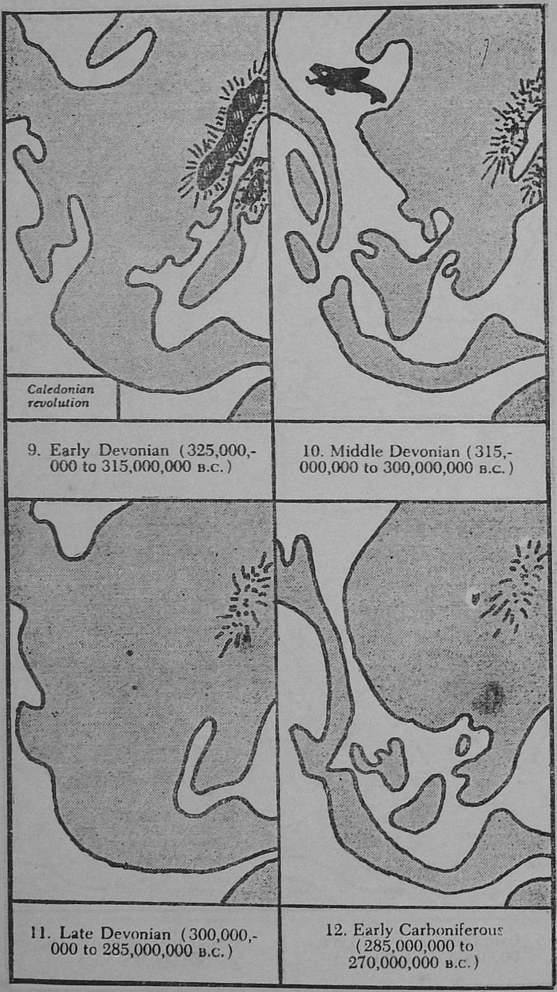
5. Early Ordovician (410,000,-000 to 390,000,000 B.C.)

6. Middle Ordovician (390,-000,000 to 370,000,000 B.C.)

7. Late Ordovician (370,000,-000 to 350,000,000 B.C.)

8. Silurian (350,000,000 to 325,000,000 B.C.)

படம்: 49.



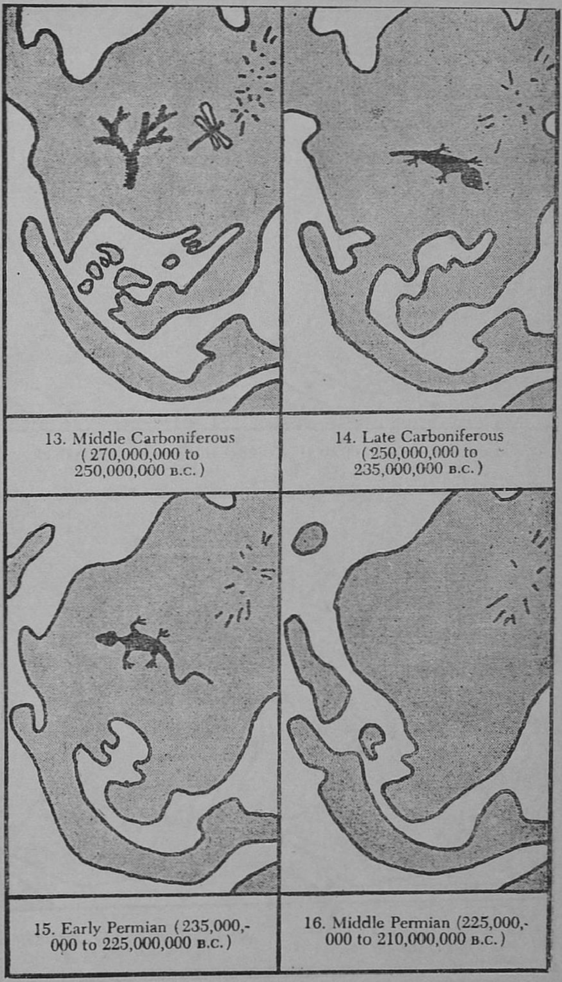
9. Early Devonian (325,000,000 to 315,000,000 B.C.)

10. Middle Devonian (315,000,000 to 300,000,000 B.C.)

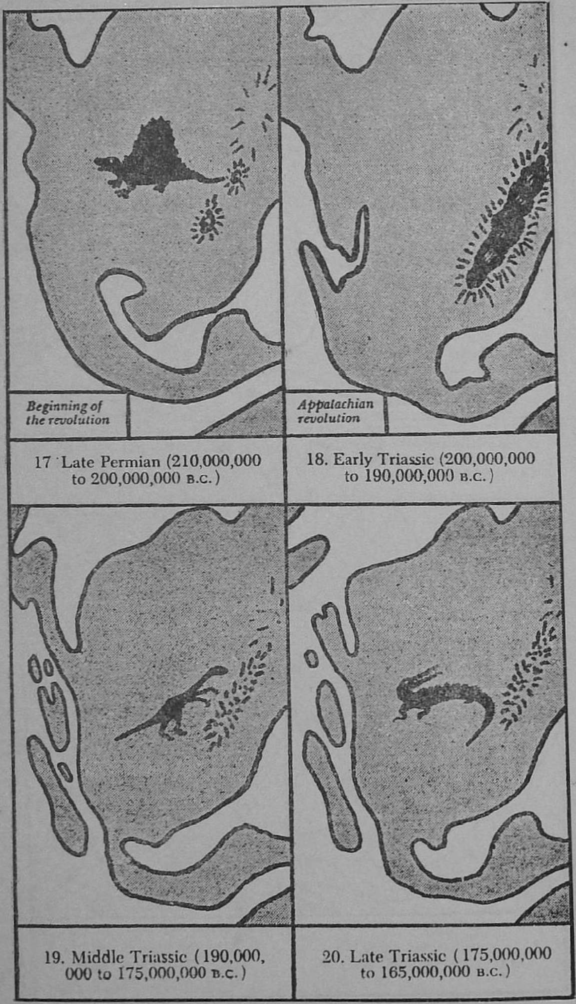
11. Late Devonian (300,000,000 to 285,000,000 B.C.)

12. Early Carboniferous (285,000,000 to 270,000,000 B.C.)

படம் : 50.


13. Middle Carboniferous (270,000,000 to 250,000,000 B.C.)
14. Late Carboniferous (250,000,000 to 235,000,000 B.C.)
15. Early Permian (235,000,-000 to 225,000,000 B.C.)
16. Middle Permian (225,000,-000 to 210,000,000 B.C.)

படம் : *51.*



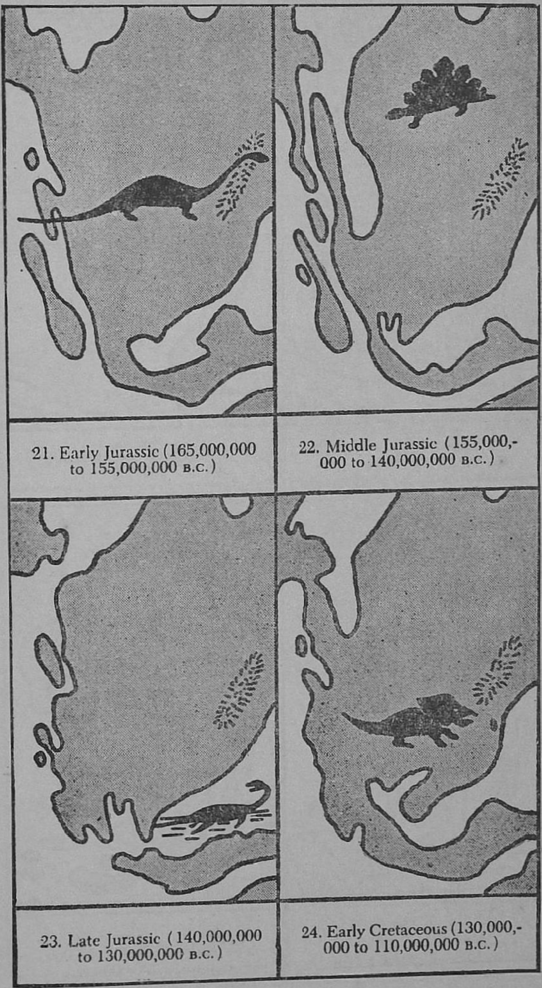
17. Late Permian (210,000,000 to 200,000,000 B.C.)

18. Early Triassic (200,000,000 to 190,000,000 B.C.)

19. Middle Triassic (190,000,000 to 175,000,000 B.C.)

20. Late Triassic (175,000,000 to 165,000,000 B.C.)

படம் : 52.



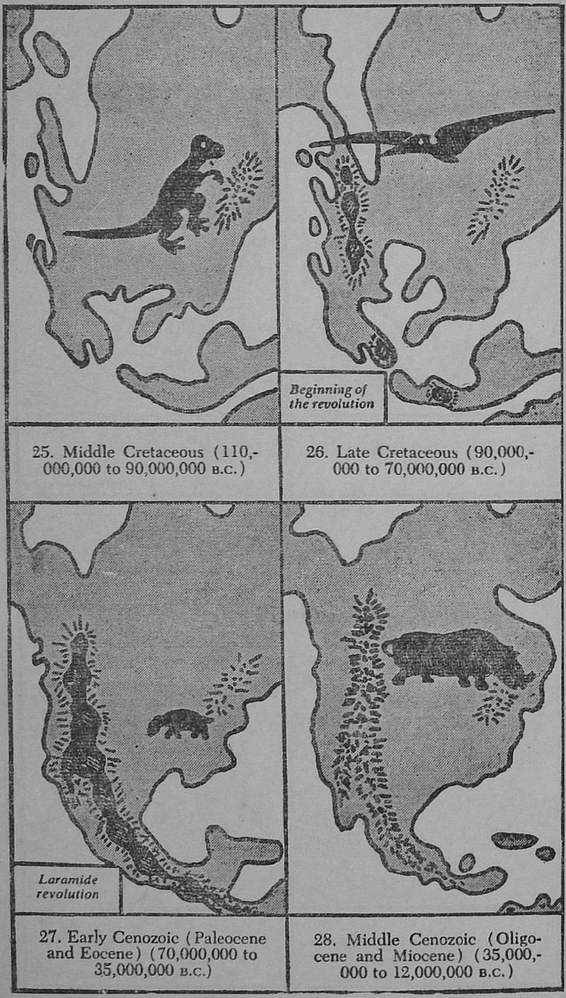
21. Early Jurassic (165,000,000 to 155,000,000 B.C.)

22. Middle Jurassic (155,000,000 to 140,000,000 B.C.)

23. Late Jurassic (140,000,000 to 130,000,000 B.C.)

24. Early Cretaceous (130,000,000 to 110,000,000 B.C.)

படம்: 53.



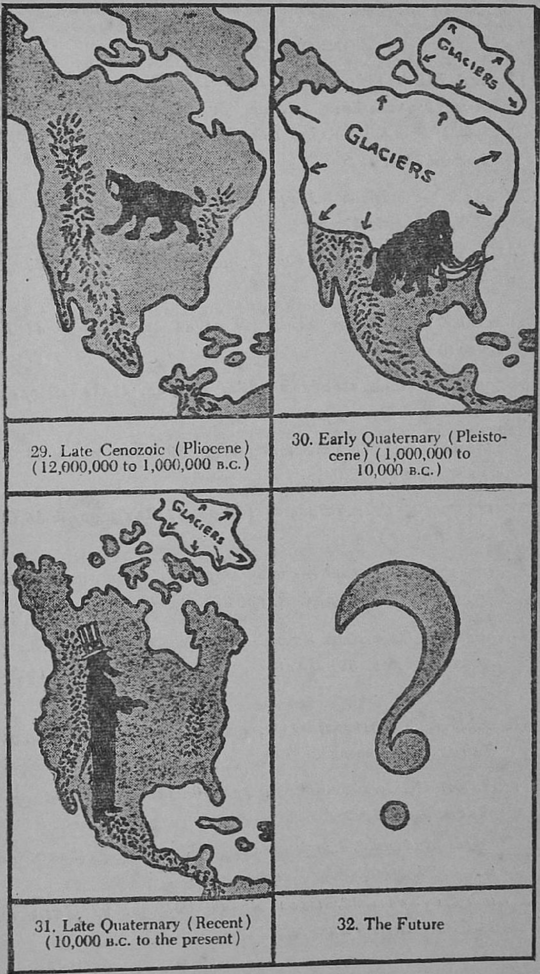
25. Middle Cretaceous (110,-000,000 to 90,000,000 B.C.)

26. Late Cretaceous (90,000,-000 to 70,000,000 B.C.)

27. Early Cenozoic (Paleocene and Eocene) (70,000,000 to 35,000,000 B.C.)

28. Middle Cenozoic (Oligo-cene and Miocene) (35,000,-000 to 12,000,000 B.C.)

படம்: 54.



29. Late Cenozoic (Pliocene) (12,000,000 to 1,000,000 B.C.)

30. Early Quaternary (Pleistocene) (1,000,000 to 10,000 B.C.)

31. Late Quaternary (Recent) (10,000 B.C. to the present)

32. The Future

படம்: 55.

படம்: 48-55. வட ஆமெரிக்காவின் புவி-இயல் வரலாறு.

பட விளக்கம்:

(1) காம்பிரியன் பிரிவுக்குமுன் புரோடிரோஸோயிக்கு, ஆர்க்கியோஸோயிக்கு யுகங்கள் (கி. மு. 50 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்) இந்தக் காலத்தைப்பற்றி புவி-இயல் விவரங்கள் சரியாகத் தெரியவில்லை.

(2) முதல் காம்பிரியன் பிரிவு (கி. மு. 50 கோடிக்கு முன் கி. மு. 47 கோடி ஆண்டு வரை).

(3) மத்திய காம்பிரியன் பிரிவு (கி. மு. 47 கோடி முதல் கி. மு. 44 கோடி ஆண்டு வரை).

(4) பிந்திய காம்பிரியன் பிரிவு (கி. மு. 44 கோடி முதல் 41 கோடி ஆண்டு வரை).

(5) முதல் ஆர்ட்டோவிஸியன் பிரிவு (கி. மு. 41 கோடி முதல் 39 கோடி ஆண்டு வரை).

(6) மத்திய ஆர்ட்டோவிஸியன் (கி. மு. 39 கோடி முதல் 37 கோடி ஆண்டு வரை).

(7) பிந்திய ஆர்ட்டோவிஸியன் (கி. மு. 37 கோடி முதல் 36 கோடி ஆண்டு வரை).

(8) ஸைலூரியன் காலம் — மலை எழு புரட்சி ஆரம்பித்த காலம் (கி. மு. 35 கோடி முதல் கி. மு. $32\frac{1}{2}$ கோடி ஆண்டு வரை).

(9) முதல் டேவோனியன் காலம் — காலிடோனியப் புரட்சி எழுந்த காலம் (கி. மு. $32\frac{1}{2}$ கோடி ஆண்டு முதல் கி. மு. $31\frac{1}{2}$ கோடி ஆண்டு வரை).

(10) மத்திய டேவோனியன் (கி. மு. $31\frac{1}{2}$ கோடி முதல் கி. மு. 30 கோடி ஆண்டு வரை).

(11) பிந்திய டேவோனியன் (கி. மு. 30 கோடி முதல் கி. மு. $28\frac{1}{2}$ கோடி ஆண்டு வரை).

(12) முதல் கார்பனிஃபெரஸ் காலம் (கி. மு. $28\frac{1}{2}$ கோடி முதல் கி. மு. 27 கோடி ஆண்டு வரை).

(13) மத்திய கார்பனிஃபெரஸ் காலம் (கி. மு. 27 கோடி முதல் 25 கோடி ஆண்டு வரை).

(14) பிந்திய கார்பனிஃபெரஸ் காலம் (கி. மு. 25 கோடி முதல் $23\frac{1}{2}$ கோடி ஆண்டு வரை).

(15) முதல் பெர்மியன் (கி. மு. $23\frac{1}{2}$ கோடி முதல் $22\frac{1}{2}$ கோடி ஆண்டு வரை).

(16) மத்திய பெர்மியன் (கி. மு. $22\frac{1}{2}$ கோடி முதல் 21 கோடி ஆண்டுவரை).

(17) பிந்திய பெர்மியன் காலம் — மலை எழு புரட்சி ஆரம்பம் (கி. மு. 21 கோடி முதல் கி. மு. 20 கோடி ஆண்டுவரை).

(18) முதல் டிரையாஸிக் காலம் — ஆப்பலேச்சிய புரட்சி (கி. மு. 20 கோடி முதல் 19 கோடி ஆண்டுவரை).

(19) மத்திய டிரையாஸிக் (கி. மு. 17 கோடி முதல் $17\frac{1}{2}$ கோடி ஆண்டுவரை).

(20) பிந்திய டிரையாஸிக் (கி. மு. $17\frac{1}{2}$ கோடி முதல் $16\frac{1}{2}$ கோடி ஆண்டுவரை).

(21) முதல் ஜுராஸிக்கு காலம் (கி. மு. $16\frac{1}{2}$ கோடி முதல் $15\frac{1}{2}$ கோடி ஆண்டுவரை).

(22) மத்திய ஜுராஸிக்கு (கி. மு. $15\frac{1}{2}$ கோடி முதல் 14 கோடி ஆண்டுவரை).

(23) பிந்திய ஜுராஸிக்கு (கி. மு. 14 கோடி முதல் 13 கோடி ஆண்டுவரை).

(24) முதல் கிரிட்டேஷியஸ் காலம் (கி. மு. 13 கோடி முதல் 11 கோடி ஆண்டுவரை).

(25) மத்திய கிரிட்டேஷியஸ் காலம் (கி.மு. 11 கோடி முதல் 9 கோடி ஆண்டுவரை).

(26) பிந்திய கிரிட்டேஷியஸ் காலம் (மலை எழு புரட்சி ஆரம்பம்) (கி. மு. 9 கோடி முதல் கி. மு. 7 கோடி ஆண்டுவரை).

(27) முதல் ஸீனோஸோயிக்கு காலம் — (லாரமைடு புரட்சி ஏற்பட்ட காலம். பேலியோஸீன் காலமும் ஈயோஸீன் காலமும் இதில் அடங்கியது. கி. மு. 7 கோடி முதல் கி. மு. $3\frac{1}{2}$ கோடி ஆண்டுவரை).

(28) மத்திய ஸீனோஸோயிக்கு காலம் (ஓலிகோஸீன் காலமும் மையோஸீன் காலமும் இதில் அடங்கியது. (கி. மு. $3\frac{1}{2}$ கோடி முதல் கி.மு. 1 கோடியே 20 லட்சம் ஆண்டுவரை).

(29) பிந்திய ஸீனோஸோயிக்கு காலம் — பிலேயோஸீன் காலம் (கி. மு. 12,000,000 முதல் கி. மு. 1,000,000 ஆண்டுவரை).

(30) முதல் குவார்ட்டேர்னரி — பிலிஸ்ட்டோஸீன் காலம் (கி. மு. 10 லட்சம் முதல் கி. மு. பத்தாயிரம் ஆண்டுவரை).

(31) பிந்திய குவார்ட்டேர்னரி — சமீப காலம் (கி. மு. பத்தாயிரம் முதல் இன்றுவரை).

(32) வருங்காலம் — எப்படியோ ?

இன்னும் நிகழ்ந்தவண்ணமிருக்கிறது. புரட்சி யுகத்தில் நாம் வாழ் கிறேம் என்று சொன்னல், நாள்தோறும் புதிய மலைகள், காளான் போல் முளைக்கும் என்று அர்த்தமில்லை. பூமியின் மேலோட்டில் எந்த நிகழ்ச்சியும் மிகமிக மெள்ளவே நடக்கும். மனித இன வரலாற்றில் காணப்படும் பூகம்பங்கள், எரிமலை இயக்கங்கள், எல் லாமே அடுத்து வரப்போகும் ஒரு மகத்தான வெடிப்பிற்குத் தேவை யான ஆயத்தங்களாகவே இருக்கலாம். அந்த வெடிப்பால், எதிர் பாராத இடங்களில் புதிய மலைத்தொடர்கள் தோன்றக்கூடும். இவ் வாறு 'லாரமைடு புரட்சி' இன்னும் முடியவில்லை என்று நாம் நினைக்கக் காரணம் என்ன? இந்தப் புரட்சியால் ஏற்பட்ட ராக்கி, ஆல்ப்ஸ், ஆண்டீஸ், இமயம் போன்ற மலைகளை பழங்காலத்தில் எழுந்து மறைந்த மலைகளோடு ஒப்பிட்டால், மிகமிகச் சிறியவை. நம் காலத்துப் புரட்சி, பழைய புரட்சிகளைப்போல, உலகத்தையே ஆட்டிக் குலுக்காமல் இருக்கலாம். ஆனல், அது இன்னும் உச்சக் கட்டத்தை அடையவில்லை என்றே நினைக்க வேண்டியிருக்கிறது.

இந்தக் கடைசிப் புரட்சியால்தான், பூமியின் மேற்பரப்பில் இன்று நாம் காணும் பெரும்பாலான மலைகளும் தோன்றின. இந்தப் புரட்சி இன்னும் முடியவில்லை என்று நாம் நினைப்பது உண்மையாயின், இன்னும் பல மலைத்தொடர்கள், வெகு சீக்கிரம் தோன்றக்கூடும். 'வெகு சீக்கிரம்' என்று 'புவி இயல் மொழியில்' கூறுகிறேம்.

கடைசி ஏழு கோடி ஆண்டுகள்தான் ஸினேஸோயிக்கு அத்தி யாயம். இதை (1) பேலியோஸீன், (2) ஈயோஸீன், (3) ஒலிகோஸீன் (4) மையோஸீன், (5) பிலையோஸீன், (6) பிலைஸ்ட்டோஸீன் என ஆறு பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம்.* இவற்றின் கடைசிப் பகுதி, பெரும் பனி ஆறுகள் தோன்றிய காலத்தில் தொடங்குகின்றது. அதைப்பற்றி அடுத்த அத்தியாயத்தில் பார்க்கலாம். இன்று நாம் இந்தக் கடைசிப் பகுதியில்தான் வாழ்ந்துவருகிறேம்.

லாரமைடு புரட்சியின் (46-ஆம் படம்) முதற் பெரிய சாதனை ஆசியாவின் தென் பகுதியில், பூமியின் மேலோட்டில் ஏற்பட்ட தகர்வுதான். இதனல் சுற்றிலும் உள்ள சமவெளிகளுக்குமேல் இமயம் என்னும் புத்தப் புதிய மலைத்தொடர் எழுந்தது. இந்தத் தகர்வோடு பயங்கரமான எரிமலை இயக்கமும் தோன்றி, பஸால்ட் கற்கள் இதுவரை காணுத அளவுக்குச் சுற்றிலும் இறைந்து

* முதல் ஐந்து பகுதிகளையும் சேர்த்து 'டெர்ஷியரி' என்றும், கடைசிப் பகுதியை 'குவார்ட்டெர்னரி' என்றும் சொல்லுகிறுர்கள். சிலர் பிலை யோஸின் பகுதியை மெஸோஸோயிக்கு யுகத்தோடு சேர்த்திருக்கிறுர்கள்.

விழுந்தன. இந்தியத் தீபகற்பத்தில் பெரும் பகுதியை வியாபித்துள்ள தக்காணப் பீடபூமி பத்தாயிரம் அடி கனமுள்ள பஸாலீட்டுப் பாறையின்மீது அமைந்திருக்கிறது. நில உந்தலால் கக்கப்பட்டு, பிறகு குளிர்ந்துபோன பஸாலீட்டுப் பாறைகளே இவை.

இதே சமயத்தில் ஒரு பிரம்மாண்டமான எரிமலை உந்தல் ஜப்பானிலும் நிகழ்ந்தது.

லாரமைடு புரட்சியின் முதற்பகுதியின் (பேலியோஸீன் பகுதி) அட்லான்டிக் கடலுக்கு மேற்கே பூமியின் மேலோடு நெருங்கி, ஒரு பிரம்மாண்ட மலைத்தொடர் வட துருவத்திற்கும், தென் துருவத்திற்குமாகப் பரந்து எழுந்தது. வட அமெரிக்காவில் இதை ராக்கி மலைகள் என்றும், தென் அமெரிக்காவில் ஆண்டீஸ் மலை என்றும் அழைக்கிறுர்கள். இந்த மலை மடிப்போடு, இந்தியாவில் உண்டானதுபோல் எரிமலை இயக்கமும் நிகழ்ந்தது. அதனுல் வாஷிங்டன், ஆரிகான் மாநிலங்களில் காணும் கொலம்பியா பீட பூமி உண்டாயிற்று.

புரட்சியின் 'முதல் நாட்களில்' ஏற்பட்ட இந்தப் பெரும் நிகழ்ச்சிகளின் பயனுக, மேலோட்டு நெருக்கம் சற்றுக் குறைந்திருக்க வேண்டும். ஏனெனில், பிறகு (ஈயோஸீன், ஒலிகோஸீன் பகுதிகளில்) சிறிது அமைதி நிலவிற்று. முன்பு உந்தி எழுந்த நிலம் சிறிது தாழவும் செய்தது. ஆனுல், பின்பு வந்த மையோஸீன் பகுதியில், அதாவது முதல் நிகழ்ச்சிக்கு இரண்டு கோடி ஆண்டுகளுக்குப் பின்பு, புரட்சி மீண்டும் கிளர்ந்தது. நிலம் மீண்டும் உந்தி எழுந்து, அமைதிக் காலத்தில் உள்ளே வந்த நீர்ப்பரப்பை பின்தள்ளிற்று. ஐரோப்பாவில் ஆல்ப்ஸ் என்றும், வட அமெரிக்காவில் காஸ்க்கேட் என்றும் புதிய மலைத்தொடர்கள் பூமியின்மீது தோன்றின. புரட்சியின் இந்த இரண்டாவது இயக்கம் பின்புவந்த பேலியோஸீன் பகுதியிலும் சிறிதளவு தொடர்ந்து நிகழ்ந்தவண்ணம் இருந்தது. இப்போதும் நிகழ்ந்து கொண்டுதானிருக்கிறது.

சரித்திரப் பாதையில் சவாரி செய்வோம்

வடக்கு அரிஸோனுவிலும், தெற்கு யூட்டாவிலும் உள்ள தேசீய தொல்பொருள் வனத்தில் குன்றுகளின் மேலும் கீழுமாக சிறிது கார் சவாரி செய்து, பூமியின் பழைய காலத்தைப் பற்றித் தெளிவாக அறிய முடியும் (37-ஆம் படம்). புவி-இயல் வரலாற்றில், வட அமெரிக்காவின் இந்தப் பகுதி பல உந்தல்களுக்கும், தொய்வுகளுக்கும் உள்ளாயிற்று. கொலராடோ நதியும், அதன் உப நதிகளும், அந்தப் பகுதியை ஆழ அறுத்து ஊடுருவி, பல கான்யன்களைத் தோன்றுவித்தன.

கடல் மட்டத்திற்கு 7000 அடி உயரத்தில் உள்ள க்ராண்ட் கான்யனின் தெற்கு விளிம்புக்கு காரில் வந்தால், கார் ஒரு பெரும் பள்ளத்தைக்கண்டு நின்றுவிடும். அந்தப் பள்ளம் 4500 அடி ஆழம் பத்து மைல் அகலம். மேலும் வடக்கே போக, நாசூக்கான மோட்டார் காரை விட்டுவிட்டு, கோவேறு கழுதையின்மீதுதான் ஏறிப் போகவேண்டும். கோவேறு கழுதை ஒரு குறுகிய பாதையின் வழியாக கான்யனின் தரையை அடையும். அதன் அடியில் கொலராடோ நதியின் நீர் மஞ்சள் பழுப்பு நிறத்தில் சீறிக்கொண்டு போவது தெரியும். அரிஸோனு-யூட்டாப் பீடபூமியை அறுத்து, அந்தப் பெரும் பள்ளத்தை தோற்றுவித்தது இந்த நதியின் சீற்றம் தான். இந்த முரட்டு நதியின் வேகம் மணிக்கு மூன்று மைலிலிருந்து பத்து மைல்வரை. சில இடங்களில் அதன் அகலம் 300 அடி; ஆழம் 12 அடி முதல் 45 அடி வரை, பலவகையாக இருக்கும். இந்தப் பகுதியில் மட்டும் தினந்தோறும் இந்தக் கொலராடொ நதி சுமார் பத்து லட்சம் டன் மணலையும், மண்ணையும் அடித்துச் செல்லுவதாக மதிப்பிட்டிருக்கிறுர்கள். இந்த மணல், மண், எல்லாம் நகர்ந்து வரும்போது உப்புக் காகிதத்தைப்போல மரத்தைத் தேய்க்கும். நதியின் அடி மட்டத்தையும் தேய்த்துகொண்டே வரும். நதியின் அடியிலுள்ள பாறை, மேலும் மேலும் குடையப் படுவதால், நதியின் ஆழம் அதிகமாகிறது.

கொலராடோ நதியின் குறுக்கே ஒரு தொங்கு பாலம் உண்டு. அதில் நின்று பார்த்தால், நம்மைச் சுற்றி சுமார் 1500 அடி உயரத்திற்கு ஏறக்குறையச் செங்குத்தான சுவர்கள் நிற்பது தெரியும். இந்தச் சுவர்கள் 'விஷ்ணுப் பாளம்' என்னும் தகடு போன்ற படிவுப் பாறைகளால் ஆனவை. அந்தப் பாளங்களுக்குள் கருங்கல் வரிகளும் ஊடுருவியிருக்கும். அதனுல் கான்யனின் இந்தப் பகுதிக்கு 'கருங்கல் பிளவு' என்றும் பெயர் வைத்திருக்கிறுர்கள். பிரோட்டிரோஸோயிக்கு யுகத்தில், அதாவது எழுபது கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, கண்டத்தின் இந்தப் பகுதி கடல் மட்டத்தின் கீழ் முழுகிக்கிடந்தது. மணற்கற்களும், சுண்ணும்புக்கற்களும், அங்கு கனமாகப் படிந்திருந்தன. நம்முடைய பூமியில் வாழ்ந்த முதல் உயிர்களின் சுவடுகளை இந்தப் படிவங்களில் காணலாம். பின்பு பூமியின் மேலோடு பக்கவாட்டில் அழுந்தி நெருங்கிய பொழுது, இந்தப் படிவங்கள் மடிந்து உயர்ந்து, பிரம்மாண்ட மலைகளாயின. உடைந்த படிவுப்பாறைகளின் இடுக்குகளின் வழியாக, உருகிய கருங்கல் குழம்பு ஏராளமாக வெளியே பிதுங்கிப் பீறிவந்தது. அதற்குப் பிறகு அந்த மலைகளை காற்றும் மழையும் அரித்து அடித்துக்கொண்டு போகவே, அந்த இடம் தட்டையாக எரிமலைப் பீடபூமியாக ஆகி, கடைசியில் கடல் மட்டத்திற்கும் கீழே அமுங்கிற்று.

முதலில் அரிக்கப்பட்ட இந்த மேற்பரப்பில், ஆயிரம் அடி உயரத்தில் இருந்த படிவுப்பாறைகள் காம்பிரியன் காலப் பகுதியைச் சார்ந்தவை. கடற்தாவரங்கள், சிறு ஓடுகள், நத்தை போன்ற புராதனப் பிராணிகள், நண்டு போன்ற ட்ரைலோபைட்டுகள் – இவற்றின் ஃபாஸில்கள் ஏராளமாக இந்தப் படிவுப்பாறைகளில் கிடைக்கின்றன. ட்ரைலோபைட்டுகள் மூன்று அங்குலம் அளவே உள்ளவை. அந்தக் காலத்தில் அந்த உயிர்கள்தான் அளவில் பெரியவை. எனவே, அவையே முக்கியமாக விளங்கியிருக்க வேண்டும்.

ஆர்டோவிஸ்யன், ஸைலூரியன் என்னும் அடுத்த இரண்டு யுகங்களைப் பற்றிய சான்றுகள் க்ராண்ட் கான்யன் பதிவுகளில் துளிகூடக் காணக் கிடைக்கவில்லை. உலகின் மற்றப் பகுதிகளில் அவை கிடைக்கின்றன. க்ராண்ட் கான்யனில் டெவோனியன் காலத்தைச் சேர்ந்த சில சான்றுகள் கிடைக்கின்றன. அப்படியானால், இந்த மூன்று யுகங்களில், அதாவது பதினைந்து கோடி ஆண்டுக் காலங்களில், அரிஸோனா-யூட்டாப் பகுதி கடல் மட்டத்திற்கு மேலே உயர்ந்திருக்க வேண்டும். அதனால் பொருள்படிவு ஏற்பட்டிராது; அல்லது, கடல்படிவுகள் ஏற்பட்டிருந்தாலும், பின்பு வந்த லட்சக்கணக்கான ஆண்டுக் காலத்தில் பூமி உயர்ந்து, இந்தப் படிவுகளை மழையும், காற்றும் அடித்துக்கொண்டு போயிருக்கும். எனவே, நமக்கு வேண்டிய சான்றுகளில் தொடர்ச்சி இரண்டாம் முறையாக அறுந்து போகிறது. இதற்குப் பிறகு, ‘கார்பனிஃபெரஸ்’ யுகம் ஆரம்பமாகிறது. அந்தக் காலத்தில் சுமார் இரண்டாயிரம் அடி கனமுள்ள படிவுகள் அமைந்தன. சிலர் இந்தப் படிவுகளை நீலச்சுண்ணும்புக்கல் என்கிறுர்கள். விஞ்ஞான நோக்குள்ள புவி-இயலார்கள் செஞ்சுவர்ச் சுண்ணும்புக்கல் என்கிறுர்கள். அது நீலமா? சிவப்பா? நீலமே சரி என்று தோன்றுகிறது. கிராண்ட் கான்யனின் பெரும் செஞ்சுவரில் உள்ள பாறைகள் சாம்பலும் நீலமும் கலந்த சுண்ணும்புக்கல்தான். ஆனுல், மேல் படிவுகளிலிருந்து வரும் மழைநீரில் உள்ள இரும்பு ஆக்ஸைடுகள் பட்டுப் பட்டு, சுவர்களின் மேற்பக்கம் நல்ல சிவப்பாக ஆகிவிட்டது. எதுவானுலும், கிராண்ட் கான்யனைக் காணச் செல்பவர்கள் அந்தப் பெரும் செஞ்சுவர் சட்டையின் குறுக்கே போடப்பட்ட சிவப்பு ரிப்பனைப் போல காட்சியளிப்பதைப் பார்க்கலாம். கார்பனிஃபெரஸ் காலத்தைச் சேர்ந்த இந்த சிவப்புப் பட்டியில் அந்தக் காலத்து உயிர்களின் சுவடுகள் அடங்கியுள்ளன. ஃபெர்ன், பெரணிகள் போன்ற தாவரங்கள், பவழம், கடற்பஞ்சு இவற்றின் ஃபாஸில்களும் நீரிலும் நிலத்திலும் வாழக்கூடிய பிராணிகள், ஊரும் பிராணிகள் — ஆகியவற்றின் சுவடுகளும் இவற்றில் எண்ணில்லாமல் அகப்படுகின்றன.

கிராண்ட் கான்யனின் வடக்கு விளிம்பில் பெர்மியன் படிவுகள் என்ற படிவுகளில் அந்தக் காலத்து தாவரங்களையும் பிராணிகளை யும் பற்றிய ஏராளமான தகவல்கள் கிடைக்கின்றன. ஃபெர்ன்கள், சிறிய கூம்பு வடிவமான புதர்கள், வெவ்வேறு வகையான முப்பது மரங்கள் - இவையே அந்தக் காலத்தில் இருந்த தாவரங்கள். இவை உலகில் வேறு எங்குமே காணப்படவில்லை. பழைய புழுக்களின் உள்நாளங்கள், நாலு அங்குலம் வரை உள்ள பூச்சிச்சிறகுகள், பல்லியோ, அரணையோ போன்ற பழைய பிராணிகளின் கால்சுவடு கள் (இவற்றிற்கு அநேகமாக ஐந்து கால்விரல்கள் இருக்கின்றன. இந்தப் பிராணிகள் பல அங்குல நீளமானவை) – இவை, அப் பொழுது உயிர் இனங்கள் வாழ்ந்தன என்பதை அறிவிக்கின்றன; சில சமயம் சுறு மீனின் பற்களும் கிடைக்கின்றன. இந்தப் பகுதி. ஒரு காலத்தில் முழுவதும் கடல் மட்டத்திற்குக்கீழ் மூழ்கிக் கிடந்த தற்கு இது ஓர் அடையாளம்.

கோவேறு கழுதையின் மீது ஏறியோ, அல்லது காரிலோ கிராண்ட் கான்யனை 200 மைல் சுற்றிக்கொண்டே கடந்து, வடக்கே போனுல், கனுப் என்ற அழகிய சிறிய நகரத்தின் வழியே, ஸையன் கான்யனுக்கு வந்து சேரலாம். கிராண்ட் கான்யனை. அதன் இரண்டு கோடிகளிலும் உள்ள விளிம்பில் நின்று கீழ்நோக்கிப் பார்க்க வேண்டும். ஸையன் கான்யனையோ, கீழே இருந்து மேல் நோக்கிப் பார்க்க வேண்டும். அதன் வழியே அமைதியாக ஓடும் சிறிய 'வர்ஜின் நதியின்' கரையில் நின்று பார்த்தால், இந்த நதியா இவ்வளவு அகன்ற ஆழ்ந்த பள்ளத்தைக் குடைந்திருக் கிறது என்று மலைப்புத் தட்டும். ஸையன் கான்யனின் சுவர்கள் கிராண்ட் கான்யனின் சுவர்களைவிட வயதில் சிறியவை. மெஸோ ஸோயிக்கு யுகத்தைச் சேர்ந்த ட்ரையாஸிக்கு, ஜுராஸிக்கு காலங் களில் உண்டானவை. பத்து கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்னுல், இந்த இடம் ஒரு பெரிய உள்நாட்டு ஏரி, அல்லது ஆற்றின் கரை யாக இருந்திருக்கும் என்றும், வெப்ப மண்டல நாடுகளைவிடக் குறைவான சீதோஷ்ண நிலை அங்கு இருந்திருக்கும் என்றும், தெரிகிறது. முதலை போன்ற ஊரும் பிராணிகள், நீரிலும் நிலத் திலும் வாழும் ராட்சத விலங்குகள், டைனோஸார்கள் — இவற்றின் அடையாளங்களை இங்கு புவி-இயலார்கள் ஏராளமாகக் கண்டெடுத் திருக்கிருர்கள். ஸையான் லாட்ஜிலிருந்து இன்னும் சிறிது தூரம் போனுல், ப்ரைஸ் கான்யனுக்கு வரலாம். இது இன்னும் இளையது. ஸினோஸோயிக்குக் காலத்தைச் சேர்ந்தது. இங்கு மேலிருந்து கீழே பார்க்க வேண்டும். தென் டகோட்டாவில் பாட்லாண்டு களில் காண்பதைப் போன்ற — ஆனுல் அதைவிட அழகான — நில அரிப்பு அதிசயங்களை இங்கு காணலாம்.

கிராண்ட் கான்யன் புவி அமைப்பின் வர்ணனை இன்னும் இரண்டைச் சொன்னால்தான் முற்றுப் பெறும். ஒன்று 'ரெட் பட்டி'. இது மாக்கல் படிவங்களிலிருந்து உருவானது. ஸீனே ஸோயிக்குப் போர்வையால் இது அரிக்கப்படாமல் தப்பிற்று. இன்னொன்று ஸான்ஃப்ரான்ஸிஸ்கோ மலைகள். ஸீனோஸோயிக்குக் காலத்தில், எரிமலைக் கக்கலின் விளைவாக இவை எழுந்தன.

திரைப்படத்தில் வட அமெரிக்க வரலாறு

"பொருட்படிவுப் புத்தகத்திலிருந்து" நாம் தெரிந்துகொள்ளக் கூடிய கண்டங்களின் வரலாற்றைச் சுருக்கமாக இதுவரை சொன்னோம். புரட்சி யுகங்களின் பொது அம்சங்கள், இடைக்காலங்களில் எல்லாம் சிதைந்து குறைந்து கடலில் முழுகுதல் - இவற்றைத்தான் சொல்ல முடிந்தது. மாறிமாறி வரும் இந்தப் புரட்சியும் அமைதியும் அத்தியாயங்களைக் கச்சிதமாக அமைக்க உதவுகின்றன. ஆனால், எப்பொழுதுமே சிறுசிறு மாறுதல்கள் உண்டாகியவண்ணம் இருக்கின்றன என்றும், பூமியின் மேற்பரப்பில் அவை நிரந்தரமான மாறுதல்களைத் தோற்றுவிக்கும் என்றும் சொன்னோம், தொடர்ச்சியாக இந்த மாறுதல்களைச் சித்திரிக்க வேண்டுமானால், குறைந்தது நூறு ஆண்டுகளுக்கு ஒரு படம்வீதம் எழுதி, திரைப் படம் காட்டும் இயந்திரத்தில் வைத்துப்பார்க்க வேண்டும். ஆனால், இது சாத்தியமன்று. ஏனெனில், இன்று நமக்குக் கிட்டியுள்ள புவி-இயல் அறிவு பூரணமாக இல்லை. மேலும், நூறு வருடங்களுக்கு ஒரு படம்வீதம் வரைந்து திரைப்படம் காட்ட வேண்டுமானால், அந்தப் படம் (ஒரு விநாடிக்கு பதினறு படங்கள் வீதம்) அல்லும் பகலும் ஓயாமல் இரண்டு வாரத்திற்குமேல் ஓடியாக வேண்டும்.

எனவே, அடக்கமாக முப்பத்திரண்டு படங்களைக்கொண்டே இதைக் காட்டுகிறோம். ஐம்பது கோடி ஆண்டுகளில் வட அமெரிக்கக் கண்டம் எப்படியெல்லாம் இருந்திருக்கும் என்று இது காட்டுகிறது. சார்லஸ் ஷுக்கெர்ட்டு வரைந்த தொல்பூகோளப் படங்களைத் தழுவியவை இவை. ஷுக்கெர்ட்டும், கார்ல் ஓடன்பார் என்பவரும் இவற்றை 'ஹிஸ்டாரிகல் ஜியாலஜி' என்னும் சஞ்சிகையில் பிரசுரித்தார்கள்.

விசித்திரமான புதைப்படிவப் பொருள்கள்

புவி-இயலாரும், தொல்லுயிர் ஆராய்ச்சியாளரும், பலவிதப் புதிர்களுக்கும் மர்மங்களுக்கும் விடை காண வேண்டியிருக்கிறது. இதற்கு ஓர் உதாரணம் சொல்லி, இந்த அத்தியாயத்தை முடிக்கலாம். கடும் உழைப்பாலோ, குருட்டாம் போக்கிலோ, அவர்கள்

காணும் விடைகள் துப்பறியும் கதைகளில் மர்மங்கள் தீர்வதைவிட ஆச்சரியமாக இருக்கும் !

வையோமிங் பிராந்தியங்களிலும், பக்கத்தில் உள்ள மலை ராஜ்யங்களிலும், சில விநோதமான பொருள்கள் தென்படுகின்றன. அவை சில அங்குல விட்டமுள்ள கற்கள். பெரும்பாலும் கருங்கற்களே. முட்டை வடிவமாக, வழவழவென்றும், பளபளவென்றும் இருக்கும். செவ்விந்தியர்கள் மண்பானைகளைச் சூளையில் வைப்பதற்கு முன்அவற்றை இந்தக் கற்களால் தேய்த்து, வழவழவென்று ஆக்குவார்கள். இந்தக் கருங்கற்களுக்கு, எப்படி இவ்வளவு வழவழப்பு வந்தது ? கடற்கரையில் உருளும் அலைகள் கரடு முரடான கற்களை உருட்டி உருட்டி, வழவழ என்று முட்டை வடிவங்களாக மாற்றுகின்றன என்பது நமக்குத் தெரியும். ஆனால், கடற்கரையில் காணும் கூழாங்கற்கள் பளபளவென்று இருப்பதில்லை. வையோமிங் கற்கள் பளபளவென்று பிரகாசமாக இருக்கும். வட அமெரிக்காவின் இந்தப் பகுதியில் கடல் அலைகள் வீசியதே இல்லை.

இதைத் தீர்க்க, தலைமுறை தலைமுறையாக, புவி-இயலார்கள் மண்டையை உடைத்துக் கொண்டிருந்தார்கள். பலனொன்றும் கிட்டவில்லை. ஒருநாள் திடீரென்று, எதிர்பாராமல் விடை கிடைத்தது. பூமியைத் தோண்டியபொழுது, ஒரு டைனோஸாரின் எலும்புக்கூடு கிடைத்தது. இந்தப் பகுதியில் இந்தப் பழைய அடையாளங்கள் அடிக்கடி கிடைப்பதுண்டு. இந்தப் பிராணியின் ஃபாஸிலான விலா எலும்புகளுக்கிடையே, இரைப்பை இருக்கவேண்டிய இடத்தில் பளபளவென்று வழவழப்பான கருங்கற்கள் பத்துப் பன்னிரண்டு இருந்தன.

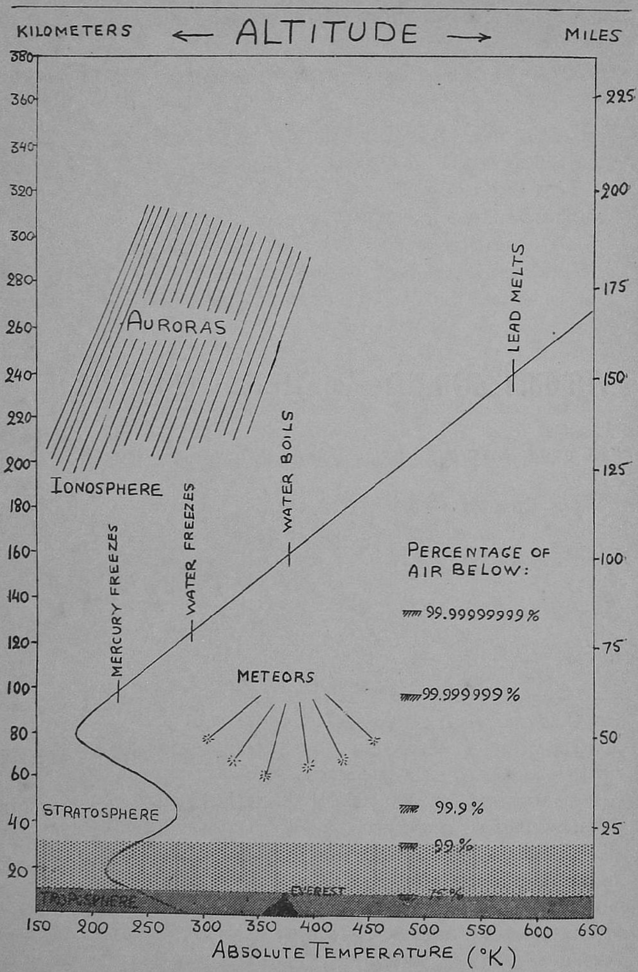
“ பூ ! இது ஒன்றும் பெரிய அதிசயம் இல்லை ” என்று துப்பறியும் ஷெர்லக்கு ஹோம்ஸ் சொல்லியிருப்பார். “ நீங்கள் விவசாயப் பண்ணையில் வாழ்ந்திருந்தால் தெரியும். கோழிக்குஞ்சுகள் சிறு சிறு கூழாங்கற்களை விழுங்கிவிடும். எதற்காக? இரைப்பையில் விழுந்த உணவை அரைத்து மசிப்பதற்காக. அதே மாதிரிதான் டைனோஸார்களும் அப்படித்தான் செய்திருக்கவேண்டும். ஆனால், கோழிக்குஞ்சைவிட அவை எத்தனை பெரியவை ! அதனால் பெரிய கற்களாக விழுங்கி யிருக்கும். டைனோஸாரின் இரைப்பையின் தசைகளின்மீது தேய்ந்து தேய்ந்து, கற்கள் இப்படிப் பளபளவென்று மெருகேறியிருக்கும் ” என்று அந்தத் துப்பறியும் நிபுணர் சொல்லியிருப்பார். உண்மையும் அதுதான்.

6

வானிலையும் வெப்ப தட்பமும்

"காற்றுத் தந்தை"

ஒரு மெல்லிய சல்லாத்திரையைப்போல் பூமியை சூழ்ந்திருக்கும் ஒரு பெரும் காற்றுக்கடலின் அடியில் நாம் வாழ்கிறோம். வாயு மண்டலத்தில் கால் பங்கு ஏழாயிரம் அடி உயரத்திற்குக் கீழ் உள்ளது. ஒரு பாதி சுமார் 16,500 அடி உயரத்திற்குக் கீழேயும், முக்கால் பங்கு 30,000 அடி உயரத்திற்குக் கீழேயும் இருக்கின்றன. காற்று மண்டலத்தின் மிகமிகச் சன்னமான படலம் பூமியின் மேற்பரப்புக்குமேல் நூற்றுக்கணக்கான மைல் உயரத்திற்கு விரவிக் கிடக்கிறது. கிரகங்களுக்கு இடையேயுள்ள அண்டவெளியில் மிக மிக மெல்லிய வாயு தூவினாற்போலிருக்கிறது. நம்முடைய காற்று மண்டலம் எந்த உயரத்தில் அந்த வாயுப்படலமாக மாறுகிறது என்று சொல்வது மிகக் கடினம். பூமியின் வாயுமண்டலத்தின் மொத்த எடை 5,000,000,000,000,000 டன் (ஐம்பது கோடி கோடி டன்). தனியாகப் பார்த்தால், இது பெரிய எடைதான். ஆனால் இது நம் கடல்களில் உள்ள மொத்த நீரின் எடையில் முந்நூறில் ஒரு பங்குதான். வாயுமண்டலத்தில் உள்ள காற்றில் 75·5 சதவிகிதம் நைட்ரஜன், 23·1 சதவிகிதம் ஆக்ஸிஜன், 0·9 சதவிகிதம் ஜடவாயுவான ஆர்கான், 0·03 சதவிகிதம் கார்பன்-டை ஆக்ஸைட், இவை தவிர மிகச் சொற்ப அளவுக்கு வேறு சில வாயுக்களும் உள்ளன. ஆறு மைல் உயரம்வரையில், காற்றில் நீராவி உண்டு. கடலிலும் நிலத்திலுமுள்ள நீரானது ஆவியாக மாறி, மேலே எழுந்ததால் இது ஏற்பட்டது. சூடான காற்று மேலே எழும்பொழுது, விரிவடைந்து, குளிர்கிறது. அதனால்தான் உயரம் மிகமிக, வெப்பம் குறைகிறது. $1\frac{1}{2}$ மைல் உயரத்தில் காற்றின் வெப்பம் நீர் உறையும் நிலைக்குக் குறைந்து விடுகிறது. மேலே போகப்போக, இன்னும்



படம் : 56. பூமியின் வெளி வாயு மண்டலத்தின் வரை படம்.
டிராப்பஸ்ஃபியர், ஸ்ட்டிராட்டஸ்ஃபியர், அயனிமண்டலம், அரோரா முதலியவை உள்ள உயரங்கள், அண்டவெளிக் கற்கள் பாய்ந்து எரியும் உயரமும், காற்றின் சதவிகிதமும் வெவ்வேறு உயரங்களில் காணும் வெப்பமும் தரப்பட்டுள்ளன. அடிக் கோட்டின் கீழே காண்பது வெப்பநிலை அளவு. செங்குத்துக் கோடுகளில், இடது கோடு கிலோ மீட்டர் கணக்கில் உயரத்தையும், வலதுகோடு மைல்கணக்கில் உயரத்தையும் காட்டுகின்றன.

குறைந்துகொண்டே போய், 6 மைல் உயரத்தில் சுமார் மைனஸ் 100 டிகிரி ஃபாரன்ஹைட்டு அளவுக்கு வந்துவிடுகிறது. செங்குத்தாகச் செல்லும் சக்தி அதற்குமேல் போக முடியாது. அதற்கு அப்பாற்பட்ட உயரங்களில் காற்றில் ஈரமிராது. காற்றின் வெப்ப நிலையும் ஒரே மாதிரியாகவே இருக்கும். 6 மைல்வரை உள்ள வாயுமண்டலத்திற்கு டிராப்பஸ்ஃபியர் என்று பெயர். இந்த வரம்புக்குள் ஏற்படும் இயற்கை நிகழ்ச்சிகள் பூமியின் பரப்பிலுள்ள வாழ்க்கைக்கு மிகவும் முக்கியமானவை. புயல், சூறவளி, சுழற்காற்று, கடற்சூறை, எல்லாம் இந்த வரம்புக்குள்தான் உண்டாகின்றன. இங்குதான் பலவித மேகங்கள் உருவாகி, மழையும், பனியும், ஆலங்கட்டியுமாக, நம் தலையில் கொட்டுகின்றன. இந்த டிராப்பஸ்ஃபியருக்கு அப்பால் இந்த ஆர்ப்பாட்டங்கள் இல்லை. வானம் எக்காலமும் நீலமாகவே இருக்கும். இதன் பெயர் ஸ்ட்டிராட்டஸ்ஃபியர். இதன் வழியாகவே ஜெட் விமானிகள் பறக்க விரும்புகிறுர்கள். 56-ஆம் படம் வாயுமண்டலத்தில் உயரம் மிகமிக, வெப்பம் மாறுவதைக் காட்டுகின்றது.

ரசாயன ரீதியில் ஜடமாக உள்ள ஆர்கான் வாயுவைத் தவிர காற்றிலுள்ள மற்றப் பொருள்கள் அனைத்திற்கும் பூமியில் உள்ள உயிர் வாழ்க்கையைப் பராமரிப்பதில் முக்கியமான பங்கு உண்டு. எல்லா உயிர்களின் உடலிலும் பெரும் பகுதியாயிருப்பது புரோட்டீன்களே. அந்தப் புரோட்டீன்கள், முக்கியமாக கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன், நைட்டிரஜன் — ஆகியவற்றுல் ஆனவை. வளரும் தாவரங்கள், சூரிய ஒளியின் உதவியால், காற்றில் உள்ள கார்பன்-டை ஆக்ஸைடை உறிஞ்சி தங்களுக்கு வேண்டிய கார்பனைப் பிரித்து எடுத்துக் கொள்கின்றன. சர்க்கரைகளையும், இன்னும் உடலுக்கு வேண்டிய பொருள்களையும், தயாரித்துக் கொள்ள கார்பன் பயன்படுகிறது. ஆக்ஸிஜன் விடுவிக்கப்பட்டு, மீண்டும் வாயுமண்டலத்திலே கலந்துவிடுகிறது. மழைநீர் மண்ணுக்குள் செல்கிறது. அந்த நீரை (ஹைட்ரஜனும் ஆக்ஸிஜனும் சேர்ந்ததே நீர் என்பது) வேர்களின் வழியாக தாவரங்கள் உறிஞ்சுகின்றன. வாயுமண்டலத்தில் உள்ள நைட்டிரஜனை மண்ணில் உள்ள நுண்ணுயிர்கள் கிரகித்து, தாவர வளர்ச்சிக்குத் தேவையான உரமாக மாற்றிவிடுகின்றன. எனவே, "பூமித் தாய்" என்று சொல்லும்பொழுது, காற்றை "தந்தை" என்று அழைப்பது நியாயம்தான்.

பூமியில் வாழும் தாவரங்களாலும், பிராணிகளாலும், வாயு மண்டலத்தில் மாறுதல்கள் உண்டாகின்றன. ஆண்டுதோறும், தாவரங்கள் 50 ஆயிரம் கோடி டன் கார்பன்-டை ஆக்ஸைடை உட்கொண்டு, அதை உடலுறுப்புப் பொருள்களாக மாற்றிக் கொள்கின்றன. வாயுமண்டலத்தில் உள்ள மொத்த கார்பன்-டை

ஆக்ஸைடில் இது மூன்றில் ஒரு பங்கு. மேலும் மேலும் அங்கு கார்பன்-டை ஆக்ஸைட் சேர்ந்து கொண்டிராவிட்டால், மொத்த இருப்பு மூன்றே ஆண்டுகளில் தீர்ந்துவிடும். புல், புதர், மரங்கள் - இவை உட்கொள்ளும் கார்பன்-டை ஆக்ஸைட் பத்தில் ஒரு பங்கு. மீதி ஒன்பது பங்கைக் கடல் தாவரங்கள் உட்கொள்ளுகின்றன. வாயுமண்டலத்திலிருந்து இப்படி நஷ்டமாகும் கார்பன்-டை ஆக்ஸைடை எப்படி ஈடு செய்கிறது? தாவரங்களும் பிராணிகளும் மூச்சு விடும்போது கார்பன்-டை ஆக்ஸைட் வெளிப்படுகிறது (தாவரங்கள் இரவில் ஆக்ஸிஜனை உட்கொள்ளும்). மேலும், பட்டுப் போன தாவரங்களும், இலைகளும் மக்குவதாலும், காட்டுத் தீக்களாலும், கார்பன்-டை ஆக்ஸைட் உண்டாகிறது. இவ்வாறு எத்தனை காலமானாலும், கார்பன்-டை ஆக்ஸைடின் அளவு குறைவதில்லை. அது எப்பொழுதும் கிடைத்துக் கொண்டேயிருக்கும்.

பூமியின்மீது உயிர்கள் இல்லாவிட்டால், வாயுமண்டலத்தில் உள்ள ஆக்ஸிஜன் (உயிரில்லாத மற்றப் பொருட்கள் அதை உட்கொண்டு) நாளடைவில் மறைந்துவிடும். பெரும்பாலான ஆக்ஸிஜன், கார்பன்-டை ஆக்ஸைடாக மாறிவிடும். சுக்கிரனில் இந்த நிலையைத்தான் காண்கிறோம். ஸ்பெக்ட்டிரோஸ்கோப்பு ஆராய்ச்சிகளின் மூலம், அங்கு ஏராளமாக கார்பன்-டை ஆக்ஸைட் இருக்கிறது என்றும், ஆக்ஸிஜன் தனியாக இல்லையென்றும் தெரிகிறது. எனவே, சுக்கிரனில் உயிர்கள் இல்லை என்றே நினைக்கத் தோன்றுகிறது.

பூமியின் வாயுமண்டலத்தால் இன்னொரு முக்கியப் பயனும் உண்டு. பூமியை அது பிரம்மாண்டமான 'கண்ணாடித் தோட்டம்' மாதிரி ஆக்கி, அதன் சராசரி வெப்பம் 60 டிகிரி ஃபாரன்ஹைட்டு அளவிலேயே இருக்குமாறு செய்திருக்கிறது. வாயுமண்டலம் இல்லாவிடில் சராசரி வெப்பம் மிகவும் குறைந்திருக்கும். குளிர் நாடுகளில் கண்ணாடித் தோட்டங்களில் ஆர்க்கிட், ஸ்ட்டிராபெர்ரி, போன்ற வெப்ப நாட்டுத் தாவரங்களை வளர்ப்பதுண்டு. அந்தத் தோட்டத்தின் மேற்கூரை கண்ணாடியால் மூடப்பட்டிருக்கும். கண்ணாடியின் வழியே ஒளி உட்புகும். ஒளிதான் சூரிய சக்தியை ஏந்தி வரும். ஆனால், இந்தக் கண்ணாடி மூடி சூரியனின் வெப்பத்தால் சூடான பொருள்கள் விடும் வெப்பக் கிரணங்களைத் தடுத்துவிடும். எனவே, கண்ணாடிக் கூரையின் வழியாகத் தோட்டத்திற்குள் புகும் சூரிய சக்தி உள்ளேயே சிக்கிவிடும். அதனால் வெளியே இருப்பதைவிட தோட்டத்திற்குள்ளே வெப்பம் அதிகமாக இருக்கும். வாயுமண்டலத்திலோ, கார்பன்-டை ஆக்ஸைடும் நீராவியும் இந்தக் கண்ணாடி செய்யும் பணியைச் செய்கின்றன. இவ்விரண்டும் பூமியின் பரப்பிலிருந்து வெளிப்படும் வெப்பக் கதிர்களை மீண்டும்

பூமியை நோக்கியே திருப்பிவிடும். இங்ஙனம், பகல் பொழுதில் பூ மி யி ன் பரப்பிலிருந்து வெளிப்பட்ட அதிகப்படியான வெப்ப மானது குளிர்ந்த இரவுப் பொழுதில் பூமிக்கே திரும்பி வ ரும். எ ன வே, வாயுமண்டலத்திற்கு வெப்பதட்பத்தைச் சீர்படுத்தும் ஆற்றல் உண்டு. சந்திரனுக்கும் இதே விகிதத்தில் சூரிய வெப்பம் கிடைக்கிறது. ஆனல், அங்கு வாயுமண்டலம் இல் லே. எனவே, சூரிய ஒளி விழும் பாதியில் சந்திரனின் வெப்பநிலே 214 ஃபாரன் ஹைட்டுவரை உயர்ந்துவிடுகிறது. இருண்ட மறுபாதியிலோ 243 டிகிரி—அதாவது விறைக்கும் கு ளி ர். 'போலாமீட்டர்' என்னும் நுட்பமான வெப்பமானிகளால் அளந்து, இ ந் த உண்மையைக் கண்டிருக்கிருர்கள். நம்முடைய பூமிக்கு வாயுமண்டலம் இல்லா விடில், தண்ணீர் பகல் வேளேயில் கொதிக்கும். இரவில் சாராயம் கூட உறைந்துவிடும்!

பூமியின் பரப்பை வெதுவெதுப்பாகவும், வாழ வசதியுள்ளதாக வும் வைத்திருப்பதோடு, சூரிய கிரணங்களால் ஏற்படும் வேறு சில தொல்லேகளிலிருந்தும் வாயுமண்டலம் நம்மைக் காக்கிறது. கண் ணுக்குத் தெரியும் ஒளியைத் தவிர, சூரியனிடமிருந்து ஏராளமான 'அல்ட்டிரா வயலெட்டு' கதிர்கள், 'எக்ஸ்-ரே கதிர்கள்' சக்தி மிக்க வேறு பல கதிர்கள் — எல்லாம் வ ந் து கொண்டே இருக் கின்றன. பூமியின் பரப்புவரை இவை வந்தால், தாவர - பிராணி வாழ்க்கைக்குப் பெரும் கேடு விளேயும். ஆனல், இந்த ஆபத்தான கதிர்களே வாயுமண்டலத்தின் மேல்படலங்கள் கிரகித்துக் கொண்டு விடுகின்றன. 'அல்ட்டிரா வயலெட்டு' (ஊதாவுக்கு அப்பாற்பட் டவை) கதிர்கள் மிகமிக அற்ப அளவுக்கே பூமியை வந்து அடை கின்றன. வெயிலில் நின்ருல், உடம்பு கறுக்கிறது. அதைத் தவிர வேறு எந்த ஆபத்தும் அந்தக் கதிரால் நேர்வதில்லே.

அண்டவெளிப் பாறைகள் ஒ யா ம ல் பூமியின்மீது வீழ்ந்து கொண்டே இருக்கின்றன. மனிதன் விடும் செயற்கைக் கோள்கள், அவற்றைச் சுழலவிடும் ராக்கெட்டுகள் — இவையும் ஆபத்துக்கள் தான். ஆனல், வாயுமண்டலத்தில் நுழையும்போது, இவை முற்றி லும் எரிந்து பொடியாகிவிடுகின்றன. பெரிய அ ண் ட வெ ளி ப் பாறைகள் வாயுமண்டலத்தைக் கடந்து வந்து, பூமியைத் தாக்குவ துண்டு. ஆனல் அவை அபூர்வம்). எனவே வாயுமண்டலம் நமக்குச் செய்யும் பெரிய உதவி, இவற்றிலிருந்து நம்மைக் காப்பதுதான்.

பூமிக்குக் கிடைக்கும் சக்தி

பூகம்பங்களேயும், எரிமலேக் கக்கலேயும் தவிர, பூமியின்மீது நிகழ்வன எல்லாம் பெரும்பாலும் சூரியனின் கதிர்களால் வரும்

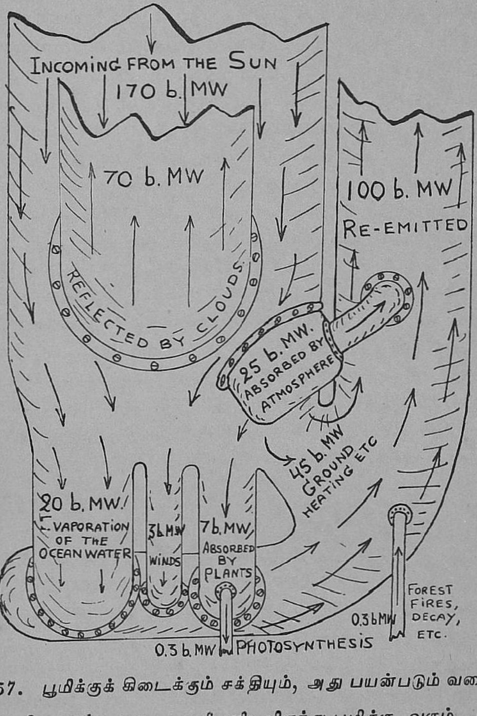
சக்தியாலேயே நடைபெறுகின்றன. அத்துணை தூரத்திலிருந்து பூமிமீது விழும் சூரிய கிரணத்தின் சக்தி ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு ஒரு மின்சார வாட்டுக்குச் சமமாகும். இதனுல், ஒரு டார்ச்சு விளக்கின் பல்பைக்கூட ஏற்ற முடியாது. ஆனுல், பூமியின் மொத்தப் பரப்பில் விழும் சக்தி 17 ஆயிரம் கோடி மெகாவாட்டுக்குச் சமானம். *

அந்தச் சக்தியில் நாற்பது சதவிகிதமானது பூமியை வந்து அடைவதற்கு முன்னமே மேகங்களால் பிரதிபலிக்கப்படுகிறது. ஓரளவு கிரகிக்கவும் படுகிறது. மேகங்கள் பூமியின் பரப்பில் பாதிப் பகுதியை மூடியுள்ளன. இன்னும் பதினைந்து சதவிகிதத்தை வாயுமண்டலம் எடுத்துக் கொள்கிறது. எனவே, மொத்தச் சூரிய சக்தியில் 45 சதவிகிதம்தான்—அதாவது 7500 கோடி மெகாவாட்டு தான் நிலத்தையும் கடலையும் வந்து அடைகிறது. இந்தச் சக்தியில் கால்பங்கு, அதாவது சுமார் 2000 கோடி மெகாவாட்டு தினந்தோறும் பூமியின்மீதுள்ள நீர்ப்பரப்பு ஆவியாவதற்குப் பயன்படுகிறது. இப்படி தினந்தோறும் ஆவியாகும் நீரின் அளவு சுமார் ஒரு லட்சம் கோடி டன். இந்த நீர், பெரும்பாலும், கடல்களில் உள்ள நீர்தான். காற்று ஏந்திச் செல்லும் நீராவி, பின்பு மேகமாக மாறி, வேட்கையும், வெப்பமும் மிக்க கண்டப்பகுதிகளின்மீது மழையாகப் பெய்கிறது. காற்றுக்களும், கடல் நீரோட்டங்களும் இயங்க, சூரிய சக்தியில் 200 கோடி மெகாவாட்டு பயன்படுகிறது. இந்தக் காற்றுக்களும் ஓட்டங்களும் பூமிக்கு வரும் வெப்பத்தில் பதினைந்து சதவிகித அளவுள்ள பங்கை வெப்ப மண்டலங்களிலிருந்து துருவ மண்டலங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லுகின்றன. சுமார் 700 கோடி மெகாவாட்டுச் சக்தியை தாவரங்கள் உறிஞ்சிக் கொள்கின்றன. அந்தச் சக்தியில் இரு நூற்றுக்கும் ஒரு பங்கில் குறைவான அளவுதான்—அதாவது முப்பது கோடி மெகாவாட்டு அளவுதான், ஃபோட்டோஸின்தெஸிஸ் அல்லது ஒளிச் சேர்க்கை என்ற தாவர இயக்கத்திற்குப் பயன்படுகிறது. (தாவரங்கள் சூரிய ஒளியின் உதவியினுல் நீரையும் கார்பன்-டை ஆக்ஸைடையும் தம் வளர்ச்சிக்கு உணவாக மாற்றிக் கொள்ளும் வேலைக்கு போட்டோஸின்தெஸிஸ் அல்லது ஒளிச்சேர்க்கை என்று பெயர். அது இலையில் உள்ள குளோரோபில் செய்யும் முக்கியமான வேலை). பூமிக்கு வரும் சக்தியில் மீதி யாவும் பூமியின் பரப்பிலிருந்தோ வாயுமண்டலத்திலிருந்தோ மீண்டும் அண்டவெளிக்கே திருப்பிப் பிரதிபலிக்கப்படுகிறது. பூமிக்கு வரும் சூரிய சக்தி பயன்படுவதை, ஓர் இயந்திரம் வேலை செய்வதைப்

---

* ஒரு மெகாவாட் என்பது பத்து லட்சம் வாட்டுகள் கொண்டது. ஒரு சாதாரண மின்சார பல்பு ஒரு மணி நேரத்தில் 60 வாட்டு சக்தியைப் பயன்படுத்துகிறது.

போல் காட்ட வேண்டுமானால், 57-ஆம் படத்திலிருந்து தெளிவாகத் தெரிந்துகொள்ளலாம்.



படம்: 57. பூமிக்குக் கிடைக்கும் சக்தியும், அது பயன்படும் வகைகளும்.

Incoming from the sun — சூரியனிடமிருந்து பூமிக்கு வரும் அளவு 17 ஆயிரம் கோடி மெகாவாட்.

Reflected by clouds—மேகங்களால் 7 ஆயிரம் கோடி மெகாவாட் திருப்பி மேலே பிரதிபலிக்கப்படுகிறது.

Evaporation of the ocean water — கடல்நீர் ஆவியாக மாற உதவும் சக்தி 2000 கோடி மெகாவாட்.

Winds — காற்றுகளை ஓட்ட 300 கோடி மெகாவாட்.

Absorbed by plants — தாவரங்கள் பிரித்துப் பயன்படுத்துவது 700 கோடி மெகாவாட்.

Photo synthesis — தாவர ஒளிச் சேர்க்கைக்குப் பயன்படுவது 30 கோடி மெகாவாட்.

[அடுத்த பக்கம் பார்க்க]

இப்பொழுது தாவரங்கள் வளர்வதற்கு வேண்டிய சக்தி எப்படி வழங்கப்படுகிறது என்று பார்ப்போம். 58-ஆம் படம் இதை விளக்குகிறது. மொத்தம் தயாராகும் தாவரப் பொருள்களில் இரண்டு சதவிகித அளவைத்தான் உலகமக்கள் காய்கறிஉணவாக உபயோகிக்கிருர்கள். இன்னெரு $1\frac{1}{2}$ சதவிகிதம் வீட்டில் வளர்க்கப்படும் கால்நடைகளுக்குத் தீவனமாகிறது. மேலும் ஒரு சதவிகிதம் எரிபொருளாக — சமையலுக்கும், கணப்பிற்கும், தொழில் முயற்சிகளுக்கும் பயன்படுகிறது. விலங்கு உணவுக்குழாயிலிருந்து மனித உணவுக் குழாய்க்கு ஒரு சிறிய இணைப்பு இருப்பதுபோல், படத்தில் காட்டியிருக்கிறது. மனிதர்கள் மாமிச உணவாகப் பயன்படுத்துவது அந்த அளவுதான். மற்ற உணவுகள் காய்கறிகளும் தானியங்களும், மீனுமே. முப்பது லட்சம் மெகாவாட்டுச் சக்தியை ஏந்திச் செல்லும் விறகுக் குழாய் - நிலக்கரி, எண்ணெய்,இயற்கை ஆவி - இவற்ருல் கிடைக்கும் மூன்று கோடி மெகாவாட்டு வெப்பத்தை ஏந்திச்செல்லும் குழாயோடு கலக்கிறது. நிலக்கரிபோன்ற இந்த எரிபொருள்களை ஒரு தடவை எடுத்தால், மீண்டும் மீண்டும் அவை கிடைத்துக்கொண்டே இருக்கமாட்டா. பல கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்த தாவரங்கள், சூரிய ஒளியின் உதவியால், தங்களுக்கு வேண்டிய பொருள்களைத் தயாரித்துக் கொள்ளும் முயற்சியில் கிடைத்தவை இந்த எரிபொருள்கள்.

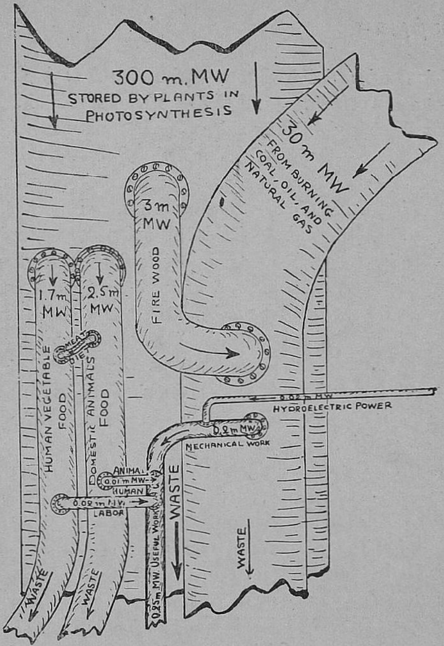
இனி, வெப்பம் இயந்திர சக்தியாக மாறுவதைப் பார்ப்போம். இந்தத் துறையில்தான் நமக்கு ஏற்படும் நஷ்டம் மிக அதிகம். நிலக்கரி, எண்ணெய், இயற்கை வாயு, விறகு இவை அனைத்தும் அளிக்கும் வெப்பத்தால் இரண்டு லட்சம் மெகாவாட்டு இயந்திர சக்திதான் நமக்குக் கிடைக்கிறது. மனிதர்களின் உழைப்பால் இருபது ஆயிரம் மெகாவாட்டும், மாடு குதிரை போன்ற பாரம் இழுக்கும் விலங்குகளால் பத்தாயிரம் மெகாவாட்டும் கிடைக்கின்றன. நீர்-மின் உற்பத்தி நிலையங்கள் அளிக்கும் சக்தி 20 ஆயிரம் மெகாவாட்டு அளவுதான். அதனுல் அதைச் சிறிய குழாயாகத் தான் படம் காட்டுகிறது.

Absorbed by Atmosphere — *வாயுமண்டலம் பயன்படுத்துவது 2500 கோடி மெகாவாட்.*

Ground Heating Etc. — *பூமியின் தரையைச் சூடாக்க 4500 கோடி மெகாவாட்.*

Forest Fires, Decay Etc. — *காட்டுத் தீ, மக்குவது, முதலியவற்ருல் 30 கோடி மெகாவாட்.*

Re-emitted — *திருப்பி அனுப்பப்படுவது 10 ஆயிரம் கோடி மெகாவாட்.*



படம்: 58. உயிர்களின் இயக்கத்தில் உஷ்ணம் பயன்படும் வகைகள்.

Stored by Plants in Photosynthesis — ஒளிச் சேர்க்கை மூலம் தாவரங்களால் சேகரிக்கப்படும் உஷ்ணம் 30 கோடி மெகாவாட்.

From Burning Coal, Oil and Natural Gas — நிலக்கரி, எண்ணெய், இயற்கை வாயு — ஆகியவற்றால் கிடைக்கும் உஷ்ணம் 3 கோடி மெகாவாட்.

Human Vegetable Food — மனிதன் தின்னும் காய்கறி உணவு 17 லட்சம் மெகாவாட்.

Meat Diet — புலால் உணவு.

Domestic Animals Food — வீட்டுப் பிராணிகள் தின்னும் உணவு 25 லட்சம் மெகாவாட்.

Fire Wood — விறகு 30 லட்சம் மெகாவாட்.

Animal and Human Labour — பிராணிகளும் மனிதர்களும் செய்யும் வேலை:

பிராணிகள் — பதிமூவாயிரம் மெகாவாட்.

மனித உழைப்பு—இருபதினாயிரம் மெகாவாட். [அடுத்த பக்கம் பார்க்க]

உலகக் காற்றுகள்

பூமியின் மேற்பரப்பில் விழும் சூரிய வெப்பத்தின் அளவு பூகோள அமைப்பால், இடத்திற்கேற்ப, வேறுபடும். பூமத்திய ரேகைப் பகுதியில் உச்சிவேளையில் சூரியன் ஏறக்குறையத் தலைக்கு நேராக இருக்கும். அங்கு சூரிய வெப்பம் மிக அதிகம். துருவப் பிரதேசங்களில் சூரியன் அநேகமாக அடிவானத்திற்குமேலே ஏறுவதில்லை. அங்கு வெப்பம் மிகமிகக் குறைவு. பூமி சூரியனைச் சுற்றும்போது, தன்னையும் சுற்றிக்கொள்கிறது. ஆனால், அந்த அச்சு நேர் செங்குத்தாக இல்லாமல் $23\frac{1}{2}$ டிகிரி சாய்ந்து உள்ளது. பூமி ஆண்டுக்கு ஒரு தடவை சூரியனைச் சுற்றும்போதெல்லாம் இந்த அச்சு சாய்ந்துள்ள திசைமட்டும் மாறுவதில்லை. எனவே பூமியின் வட பகுதி பாதி ஆண்டிற்கும், தென் பகுதி பாதி ஆண்டிற்கும், சூரியனை நோக்கிச் சாய்ந்து, அந்தக் காலத்தில் அதிகச் சூடடைகிறது, இதனால்தான் வட பாதியில் குளிர்காலமாக இருக்கும்போது, தென் பாதியில் கோடைக்காலமாகவும், அங்கு கோடையானால் இங்கு குளிர்காலமுமாக, பருவ மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. துருவப் பிரதேசங்களில் உள்ள குளிர்காற்று பூமத்திய ரேகையை நோக்கி வீசுகிறது. அங்குள்ள வெப்பக்காற்று நகர்ந்து விடுகிறது. இப்படி வாயுமண்டலம் இடத்துக்கு இடம் சுற்றுகிறது. பூமி தன் அச்சில் சுழலாவிடில், வாயுமண்டலம் சுற்றுவது மிக மிக எளிய நிகழ்ச்சியாகிவிடும். பூமத்திய ரேகைப்பகுதியில் உள்ள காற்று சூரிய வெப்பத்தால் சூடேறி மேலே எழும்பும். அது இருந்த இடத்திற்கு துருவப்பிரதேசத்துக் குளிர்காற்று வந்துசேரும். மேலே போன வெப்பக்காற்று குளிர்ந்து பெரும் உயரத்தில் வடக்கும் தெற்குமாக வீசி, சிறு உயரத்தில் பூமத்திய ரேகையை நோக்கிச் சென்று குளிர்காற்றின் இடத்தைப் பிடித்துக்கொள்ளும். அப்படியானால் வடக்குப் பாதியில் எப்போதும் வடக்கேயிருந்து குளிர் காற்று, ஒரே சீராக, வீசியவண்ணம் இருக்கும். தெற்குப் பாதியில் எப்போதும் தெற்கேயிருந்து குளிர்காற்று வீசியவாறிருக்கும். ஆனால், பூமி சுழல்வதால் துருவங்களிலிருந்து பூமத்திய ரேகையை நோக்கி வீசும் குளிர் காற்றும், பூமத்திய ரேகையிலிருந்து துருவங்

Useful Work — *பயனுள்ள உழைப்பு $2\frac{1}{2}$ லட்சம் மெகாவாட்.*

Mechanical Work — *இயந்திரத்தினால் உழைப்பு 2 லட்சம் மெகாவாட்.*

Hydro Electric Power — *நீர் - மின் திட்டங்கள் அளிக்கும் சக்தி இருபதாயிரம் மெகாவாட்.*

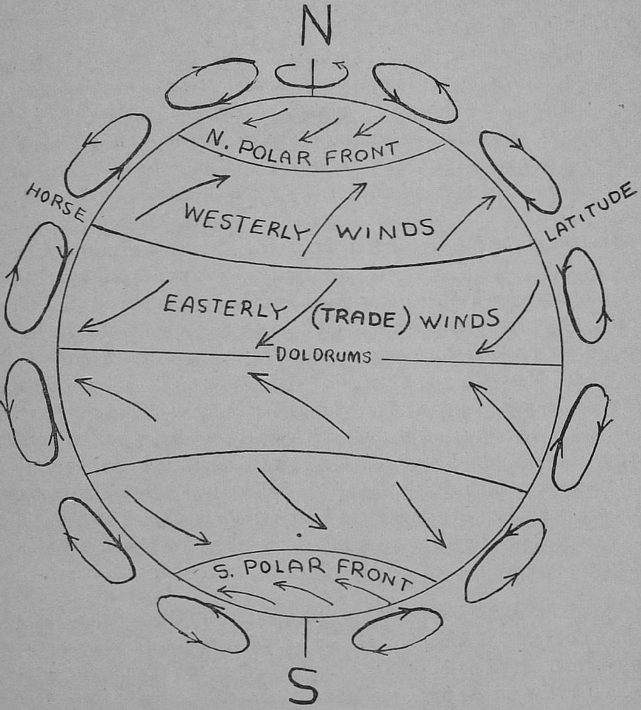
Waste — *கழிவு.*

களை நோக்கி வீசும் உஷ்ணக் காற்றும் நேராக வீசமுடியாதவாறு சாய்க்கப்பட்டு விடுகின்றன. இந்தச் சாய்வின் காரணத்தை எளிதில் புரிந்துகொள்ள முடியும். நம் பூமி ஒரு கெட்டி உருண்டை. எனவே, பூமி சுழலும் வேகம், அட்சரேகை அதிகமாக ஆக (அதாவது பூமத்யரேகையிலிருந்து துருவங்களைநோக்கி செல்லச் செல்ல குறையும்) பூமத்திய ரேகையில் பூமியின் வேகம் மணிக்கு சுமார் ஆயிரம் மைல். நியூயார்க்கு அட்சாம்சத்தில் மணிக்கு 900 மைல் தான். அலாஸ்க்கா, ஹட்ஸன், பகுதிகளில் மணிக்கு 800 மைல். ஸ்ப்பிட்ஸ்பர்கனில் 640 மைல். துருவப் பிரதேசத்தில் பூஜ்யம். துருவங்களிலிருந்து பூமத்திய ரேகையை நோக்கி வீசும் காற்று ஒய்வு விதிப்படி, முதலில் பெற்ற வேகத்தை கைவிடாது. எனவே, அது வீசுவதற்குக் கீழேயுள்ள நிலம் அதை முந்திக்கொண்டு செல்லும். எனவே, கீழேயிருந்து பார்க்கிறவனுக்கு வடக்கேயிருந்து வரும் குளிர்காற்று மேற்கு முகமாகச் சாயும். அதாவது,வடகிழக்கேயிருந்து தென்மேற்காக வீசும். இந்தக் காற்றுகளுக்கு கிழக்குக் காற்றுகள் (கீழ்க் காற்று) என்று பெயர் வைத்திருக்கிறுர்கள். அதேபோல்தான் பூமத்திய ரேகைப் பிரதேசத்திலிருந்து துருவங்களை நோக்கி வீசும் காற்றும் தெற்கே போகப்போக அட்சாம்சம் அதிகமாவதால், பூமியின் வேகம் காற்றின் வேகத்தைவிடக் குறைவாக இருக்கும். அதனுல் இந்தக் காற்று கிழக்குநோக்கிச் சாயும். அதாவது தென்மேற்கிலிருந்து வடகிழக்கு நோக்கி வீசும். இந்தக் காற்றுகளுக்கு மேற்குக் காற்றுகள் (மேல் காற்று) எனப் பெயர்.

இப்படி துருவங்களிலிருந்து பூமத்தியரேகை நோக்கியும்,பின்பு திரும்பி எதிர்நோக்கியும் வீசும் காற்றுகள் சாய்க்கப்படுவதால் பூமி சுழலாமல் இருந்தால், வடபாதியிலும், தென்பாதியிலும் இருக்கக் கூடிய ராட்சதக் காற்றுச்சுழல்இரண்டும், பூமிசுழல்வதால் சிறுசிறு மண்டலங்களாக ஒன்றுக்கொன்று பிணைந்துள்ள பல சக்கரங்கள் போல், பிரிந்துவிடுகின்றன (படம் : 59). பூமியின் ஒவ்வொரு பாதியிலும் மூன்று காற்று மண்டலங்கள் இவ்வாறு காணக் கிடக்கின்றன.

1. **துருவ மண்டலம் :** துருவத்திலிருந்து 60° வடக்கு அல்லது தெற்கு அட்சாம்சம் வரையுள்ள பகுதி. இங்கு கிழக்கேயிருந்து மேற்கு நோக்கி குளிர் காற்று வீசுகிறது. இதனுல், உறையும் இரண்டு சுழல்கள் உண்டாகின்றன. ஆர்க்டிக் அன்டார்க்ட்டிக் பகுதிகளில் இவற்றைக் காணலாம்.

2. **மிதவெப்ப மண்டலம் :** 60° வடக்கு அல்லது தெற்கு அட்சாம்சம் முதல், 30° வடக்கு அல்லது தெற்கு அட்சாம்சம் வரையுள்ள பகுதி. இங்கு வீசுவது மேற்குக் காற்றுகள்.



படம் : 59. உலகத்தில் காற்றுகள் இயங்கும் விதம்.

N — வட துருவம்
S — தென் துருவம்
N. Polar Front — வட துருவ முகடு
Westerly Winds — மேல் காற்றுகள்
Easterly Winds —கீழ்க் காற்றுகள்
Doldrums — அமைதி நிலவும் பிரதேசம்
Horse Latitude — குதிரை அட்சாம்சம்
S. Polar Front — தென் துருவ முகடு

3. வெப்ப மண்டலம் : 30° தெற்கு அல்லது வடக்கு அட்சாம்சம் முதல், பூமத்திய ரேகை வரையுள்ள பகுதி. இங்கு வெப்பக் காற்று கிழக்கேயிருந்து மேற்குநோக்கி வீசுகிறது. அந்த காலத்தில்

மத்திய, தெற்கு அமெரிக்காவை ஆராயப் பயணம்போன ஸ்பானிய, போர்த்துகீசிய, மாலுமிகளுக்கு இவை உதவியாக இருந்ததால், இவற்றை 'வியாபாரக் காற்றுகள்' (தடக்காற்றுகள்) என்று அழைக்கிறார்கள்.

இந்த ஒவ்வொரு மண்டலத்திற்குள்ளும் காற்றுகள் பலமாகவும், ஏறக்குறைய ஒரே சீராகவும் இருக்கும். ஆனால், இவ்விரண்டு மண்டலங்களுக்கும் இடையேயுள்ள எல்லைப்பகுதிகளில் காற்று பெரும்பாலும் வடக்கு நோக்கியோ, தெற்கு நோக்கியோ வீசுவதால் அங்கு காற்றே இராதுபோல் இருக்கும். மித வெப்ப மண்டலத்திற்கும் வெப்பமண்டலத்திற்கும் இடைப்பட்ட எல்லையை 'குதிரை அட்சாம்சங்கள்' என்று சொல்கிறார்கள். இப் பெயர் பாய்மரக் கப்பல் புழங்கியகாலத்தில் ஏற்பட்டது. அக்காலத்தில் ஐரோப்பாவிலிருந்து அமெரிக்கா செல்லும் கப்பல்கள் போவது இந்த இடங்களில் காற்றில்லாமையால், மிகவும் தாமதப்படும். அவற்றில் போகும் குதிரைகளுக்குத் தீவனம் பற்றாது. எனவே, குதிரைகளைக் கடலில் தள்ளிவிடுவார்கள். 30-ஆம் அட்சாம்சத்தில் அட்லான்டிக் கடலின் ஆழத்தில் இப்படித் தள்ளப்பட்ட எண்ணற்ற குதிரைகளின் எலும்புக்கூடுகளை காணமுடியும். அதேபோல, பூமத்திய ரேகையை ஒட்டிய பிரதேசங்களிலும், கப்பலுக்குத் தோதான காற்று வீசாது. இந்தப் பகுதியை 'டோல்ட்ரம்' என்பார்கள்.

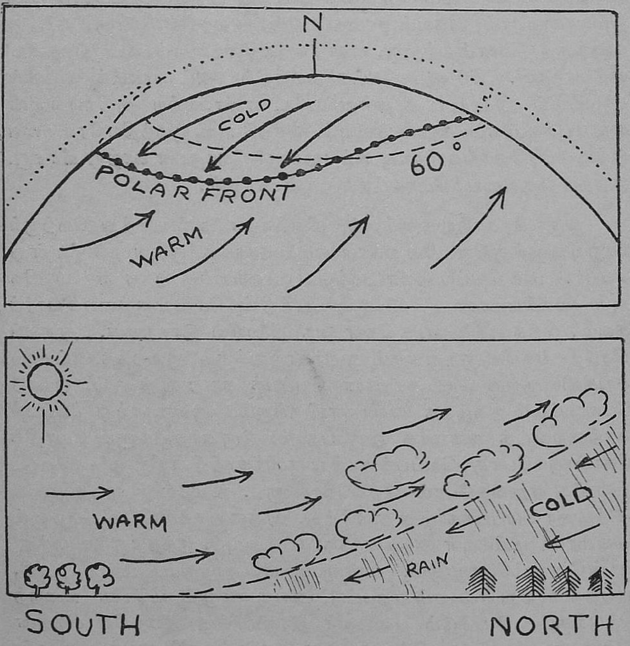
துருவக் காற்றுகளுக்கும், மிதவெப்ப மண்டலத்து மேற்குக் காற்றுகளுக்குமிடையே உள்ள எல்லைகளுக்கு 'துருவமுக்கு' என்று பெயர். மிக வெப்ப மண்டலத்தில் வானிலைக்கு இந்த எல்லை மிகவும் முக்கியமானது. 60-ஆம் படத்தின் மேல் பகுதியைப் பார்க்கவும். இந்த எல்லைப்பகுதிகள் ஒரு நிலையில் இராதவை. துருவப் பிரதேசங்களிலிருந்துவரும் குளிர்காற்றுக்கும், குறைந்த அட்சாம்சங்களிலிருந்து வரும் ஈரமான வெப்பக் காற்றுக்கும், ஓயாத போராட்டம் நிகழ்ந்த வண்ணமிருக்கும். குளிர்காற்று வெப்பக் காற்றைவிடக் கனமாக இருப்பதால், இரு காற்றுகளும் மோதிக் கொள்ளும்போது, வெப்பக் காற்று குளிர்காற்றின்மீது மலைத்தொடரின்மீது ஏறுவதுபோல் ஏறிக்கொள்ளும். மேலே எழுந்தவுடன், அந்த ஈர வெப்பக்காற்று குளிர்ந்து, ஈரத்தை கக்கிவிடும். அதனால் கனமான முகில்கள் அடுக்கடுக்காகப் படியும். இந்த 'துருவமுக்கு' முன்னேறும்பொழுதும், பின்வாங்கும்பொழுதும், மழை, பனி, பலத்த காற்று எல்லாம் ஏற்பட்டு, அங்கு வாழும் மக்களை வதைத்தெடுக்கும், போரிடும் படைகள் இரண்டுக்கு இடையே சிக்கின ஓர் நகர மக்களின் கதிக்கு சமானமாக இந்த நிலையைக் கூறலாம்,

துருவக் காற்றுகள் பலமாக இருந்தால், துருவமுக்கு முன்னே நகர்ந்துவரும். மேற்குக்காற்று பலமாக இருந்தால், அது பின்னே

நகரும். முன்கூட்டி எது முன்னேறும் என்று சொல்லுவது சிரமம். இப்படித் துருவமுக்கு ஒரே நாளில் ஆயிரம் மைல்கூட முன்னேறவோ, பின்வாங்கவோ செய்யும். பொதுவாக, கோடை மாதங்களில் வடக்குத் துருவமுக்கு துருவத்தை நோக்கி (ஹட்ஸன் விரிகுடா வரையில்) பின்வாங்கும். குளிர் மாதங்களில் தெற்குநோக்கி (ஃப்ளாரிடா வரையில்) முன்னேறும். பழத் தோட்டக்காரர்கள் அப்பொழுதெல்லாம் தங்கள் ஆரஞ்சுக் தோட்டங்களை நினைத்து நினைத்து நடுங்கிக் கொண்டிருப்பார்கள். 60-ஆம் படத்தில் கீழ்ப் பகுதியைப் பார்க்கவும்.

காற்றுகளும் கடல் நீரோட்டங்களும்

பூமியின் மேற்பரப்பில் எழுபது சதவிகிதம் கடல் பரந்த பகுதி. இந்தக் கடல்களின்மீது வீசும் காற்றுக்களின் போக்குகள்



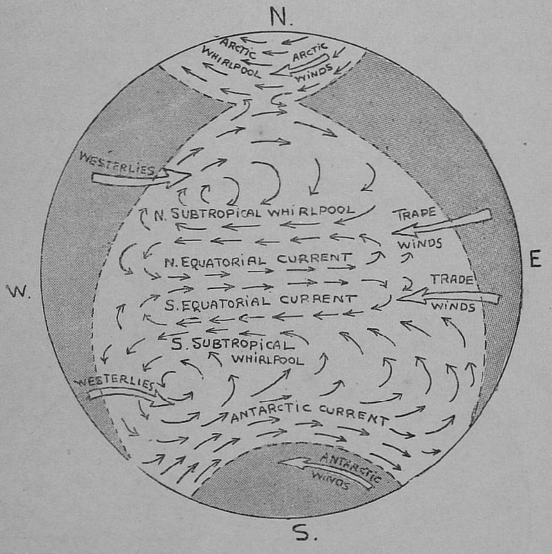
படம் : 60. மேல் படம் துருவ முக்கு அல்ல. துருவ முக்கு முன்னேறி மறைவதைக் காட்டுகிறது. கீழ்ப் படம் குளிர், உஷ்ணக் காற்றுகளுக்கு இடையே மோதல்.

அனைத்தும் கடல் நீரோட்டங்களில் பிரதிபலிப்பதை காணமுடியும். வாயுமண்டலம் இடத்துக்கு இடம் போவதற்கு பூமியின் மேற்பரப்பில் உள்ள மேடு பள்ளங்களால் தடை கிடையாது. ஆனால், கடல் நீர் ஓட்டமோ கண்டங்களின் நிலப்பகுதிகளால் தடைபட்டு, அடங்கி இருக்கவேண்டி யிருக்கிறது. 61-ஆம் படத்தில் உலகத்தின் கடல்

படம் : *61.* டபிள்யு மங்க் என்பவர் கூறியபடி உலகக் கடல்களில் நீரோட்டங்களின் போக்கு. அம்புக் குறிகள் ஆர்க்ட்டிக் கடலில் பனிப் பாறைகள் நகரும் போக்கை ரஷ்யர்கள் ஆராய்ந்ததைக் காட்டுகின்றன.

நீரோட்டங்களைக் காணலாம். ஒரே இடத்தில் முக்கியமான எல்லா நீரோட்டங்களையும் காட்டுவதற்காகச் சற்று விசித்திரமான படமாக இது வரையப்பட்டுள்ளது.

முதலில் பார்க்கும்போது, நீரோட்டங்கள் மிகவும் சிக்கலாக வும், எளிதில் விளக்க முடியாதவைபோலவும் தோன்றும். ஆனுல், சற்று விவரமாக ஆராய்ந்தால், காற்ருேட்டங்களுக்கும் நீரோட்டங் களுக்கும் இடையே ஒரு தொடர்பு இருப்பது தெரியவரும்.



படம்: 62. காற்றுகளுக்கும் கடல் நீரோட்டங்களுக்கும் உள்ள தொடர்பு.

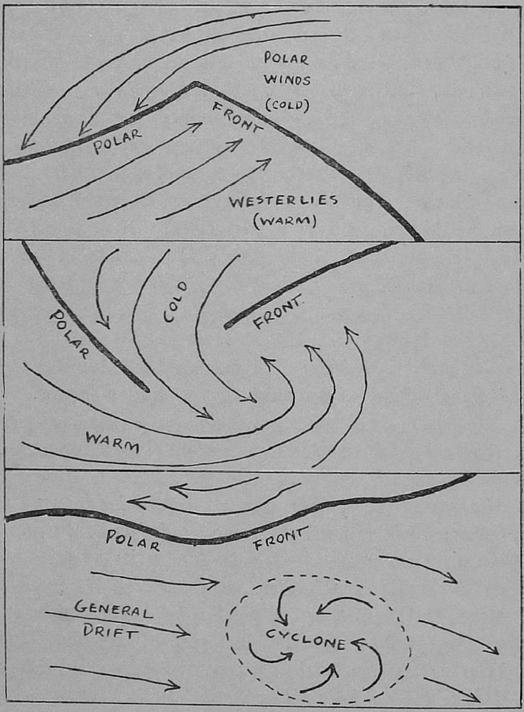
N - வடக்கு. S - தெற்கு. W - மேற்கு. E - கிழக்கு.
Arctic Whirlpool — ஆர்க்ட்டிக் சுழல்.
Arctic Winds — ஆர்க்ட்டிக் காற்றுகள்.
Westerlies — மேல் காற்றுகள்.
N. Subtropical Whirlpool — வடக்கு மித உஷ்ண மண்டலச் சுழல்.
Trade Winds — வியாபார (தடக்) காற்றுகள்.
N. Equatorial Current — வடக்கு பூமத்தியப் பிரதேச நீரோட்டம்.
S. Equatorial Current — தெற்கு பூமத்தியப் பிரதேச நீரோட்டம்.
S. Subtropical Whirlpool — தெற்கு மிதஉஷ்ண மண்டலச் சுழல்.
Antarctic Current — அன்டார்க்ட்டிக் நீரோட்டம்.
Antarctic Winds — அன்டார்க்ட்டிக் காற்றுகள்.

62-ஆம் படம் ஒரு பெரும் கடல் பகுதியை (அட்லான்டிக்கையோ, பசிஃபிக்கையோ) எளிய முறையில் வரைந்து காட்டுகிறது. இடது புறத்திலும், வலதுபுறத்திலும் நிழலிட்ட பகுதிகள் கண்டங்களை (வடக்கு, தெற்கு அமெரிக்காக்கள், ஐரோப்பா, ஆசியா, ஆப்பிரிக்கா) குறிக்கின்றன. பெரும் கடல்களுக்குத் தடை எல்லைகளாக இவை நிற்கின்றன. வடக்கே ஆர்க்ட்டிக் கடல், தெற்கே அன்டார்க்ட்டிக் கண்டம். பெரிய வெள்ளை அம்புக் குறிகள் பெரும் காற்றுகளைக் குறிக்கின்றன. இந்தக் காற்றுகளால் ஏற்படக்கூடிய கடல் நீரோட்டங்கள் போகும் திசைகளை கறுப்பு அம்புக்குறிகள் காட்டுகின்றன. பூமத்திய ரேகையின் இரு மருங்கிலும், மேற்கு நோக்கி, அடிக்கும் வியாபார (தட)க் காற்றுகளால் வடக்கு - தெற்கு பூமத்தியக் கடல் நீரோட்டங்கள் உண்டாகின்றன. இரண்டும் ஒரே திசையில் செல்லுபவை. இந்த இரு நீரோட்டங்களுக்கும் ஊடாக, அமைதியான டோல்ட்ரம் சூனியப் பகுதியில் எதிர்த்திசையில் ஒரு நீரோட்டம் செல்லுகிறது. கிழக்குக் காற்றும், மேற்குக் காற்றும் சேரும் பகுதிகளில் இரண்டு வெப்ப மண்டல நீரோட்டச் சுழல்கள் உண்டாகின்றன. பூமியின் வடக்குப் பாதியில் வலச்சுற்றாகவும், தென் பாதியில் இடச் சுற்றாகவும் இவை சுழல்கின்றன. ஆனால் வடக்கு, தெற்குப் பாதிகளில் காணும் இந்த இரட்டை ஒழுங்கு துருவப் பிரதேசத்தில் காணப்படவில்லை. கிழக்கேயிருந்து வீசும் துருவக் காற்றுகளால் தள்ளப்படும் ஆர்க்ட்டிக் கடலின் நீரானது கிழக்கு மேற்கான போக்கில் சுழலும் ஆர்க்ட்டிக் சுழலாகிறது. ஆனால், அன்டார்க்ட்டிக்கில் நிலைமை முற்றிலும் வேறு. அங்கு உள்ளது பெரிய கண்டப்பகுதி. எனவே, அன்டார்க்ட்டிக் காற்றுகளால் கடல் அங்கு பாதிக்கப்பட வாய்ப்பில்லை. மேற்குக் காற்றுகளால் அன்டார்க்ட்டிக் கண்டத்தைச் சுற்றியுள்ள நீரானது மேற்கிலிருந்து கிழக்கு நோக்கிச் செல்லுகிறது. இதுதான் நீரோட்டத்தைப் பற்றிய எளிய விளக்கம். இதை 61-ஆம் படத்தில் உள்ள அசல் நீரோட்டச் சித்திரத்தோடு ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், ஓர் ஒற்றுமை இருப்பது தெரியும். கண்டங்களின் கரையமைப்பால் எளிய சித்திரம் தாறுமாறாகப் பாதிக்கப்பட்டிருந்த போதிலும், இந்த ஒற்றுமையைக் காண முடியும்.

வாயுமண்டலச் சுழல்கள்

தெற்கு நோக்கிப் பாயும் வட துருவக் குளிர்காற்றுக்கும், அதைப் பின்னே தள்ள முயலும் வெப்பக் காற்றுக்கும் இடையே ஏற்படும் மோதலில் அவ்விரண்டு காற்றுக்களின் முன்னணிகளும் வளைந்து முறுக்கிக் கொள்ளுகின்றன. இரண்டு சேனைகளுக்கும் இடையே இப்படியொரு மோதல் ஏற்பட்டால், முன்னணியில்

இரண்டு அணிகளும் சாவுப்பிடியாக ஒன்றையொன்று பிடித்துக் கொண்டு போரிடும். 63-ஆம் படத்தில் காட்டியுள்ளது போல்,



படம்: 63. சுழற்காற்று உருவாகும் விதம்.

மேல் படம்—Polar Winds (Cold) — குளிர்ந்த துருவக் காற்றுகள்.
Polar Front — துருவ முகடு.
Westerlies (Warm) — வெதுவெதுப்பான மேல் காற்றுகள்.

நடுப் படம்—Polar Front — துருவ முகடு.
Cold — குளிர் காற்று.
Warm — வெதுவெதுப்பான காற்று.

கீழ்ப் படம்—Polar Front — துருவ முகடு.
General Drift — காற்று சாதாரணமாக வீசும் போக்கு.
Cyclone — சுழற்காற்று.

குளிர்காற்றுப் படலங்கள் இடது பக்கமாக வந்து வளைத்துக் கொண்டு, வெப்பக்காற்றின் பின்பக்கம் செல்லும். இதனுல் என்ன நேரும்? வெப்பக்காற்று குளிர்காற்றின் கிழக்குப் பகுதியை ஊடுருவும். அதே சமயம், குளிர்காற்று மேற்குப் பக்கத்தில் துளைத்துப் புகுந்து கொள்ளும். இப்படி ஒன்றுக்கொன்று ஊடுருவுவதால், ஒன்றையொன்று எதிர்க்கும் இரண்டு காற்றுகளும் வீர்ரென்று, வட்டமாகச் சுழலத் தொடங்கும். தெற்கு நோக்கி அடிக்கும் குளிர் காற்று எப்போதும் மேற்கு நோக்கியே சாய்க்கப்படுவதாலும், வடக்கு நோக்கி அடிக்கும் வெப்பக்காற்று கிழக்கு நோக்கியே சாய்க்கப்படுவதாலும் ஏற்படும் சுழல்காற்று பூமியின் வடபாதியில் இடச்சுற்ருகவே எப்போதும் சுழலும். அதே போன்று, அன்டார்க்டிக் துருவ முகட்டில் உருவாகும் சுழற்காற்று வலச்சுற்ருகவே சுழலும். புதிதாக உருவான சுழல் காற்றுகள் தாங்கள் பிறந்த துருவ முகடுகளிலிருந்து கழன்று, சிறிது சீற்றம் தணிந்து, அந்த அட்சாம்சங்களில் வீசும் மேற்குக் காற்றுகளால் கிழக்கு நோக்கித் தள்ளப்பட்டு, மித வெப்ப மண்டலத்தில் புகுகின்றன. சுழல்காற்று ஒரு நாளைக்குச் சராசரி 500 மைல் வேகத்தில் நகர்ந்து செல்லும். அமெரிக்காவின் மேற்குக் கரையில் திங்கட்கிழமையன்று உருவான சுழல்காற்று சனிக்கிழமைவாக்கில் கிழக்குக் கரையை வந்தடையும்.

எனவே, சுழல்புயல் என்பது ராட்சத வாயுமண்டலக் காற்றுச் சேர்க்கை. இக் காற்றுகள் ஒரு 'கலக்க மையத்தை'க்கொண்டு சுழன்று, பிறகு, ஏறக்குறையச் செங்குத்தாகச் சீறி ஏறும். இந்த மாதிரி காற்று நகரும்பொழுது, மையத்தில் பாரமானி அழுத்தம் குறைவாகக் காணப்படும். ஏனெனில், அதிக அழுத்தமுள்ள இடத்திலிருந்து குறைந்த அழுத்தமுள்ள இடத்தை நோக்கி நகர்வது தான் காற்றின் இயல்பு. எனவே, பாரமானியில் அளவுக்குறி ஓயாமலும் வேகமாகவும் குறைந்துகொண்டே வந்தால், சுழல்காற்று வருகிறது என்று நிச்சயமாகச் சொல்லிவிட முடியும். நிலத்தின் அருகில் உள்ள காற்றில், பொதுவாக ஈரம் நிறைய இருக்கும். சுழல்காற்று உயர எழும்போது, அதன் மையத்தில் உள்ள காற்று குளிர்ந்துவிடும். உடனே அதில் உள்ள நீராவியானது அடர்ந்த மேகங்களாக இறுகும். எனவே, சுழல்காற்று வரும்போது மேகங்களும் அடர்ந்து வரும்.

சுழல்காற்றில் நிலக்காற்று மேலே ஏறுவதால் பல சுழல்களுக்கிடையே அகப்பட்ட, வரண்ட, குளிர்ந்த காற்றுப் படலங்கள் பூமியை நோக்கி இறங்கும். அப்படி இறங்கி, நெருங்கிய காற்று ஒரு இனிமையான வெதவெதப்பும் வறட்சியும் நிறைந்து, மையத்திலிருந்து நாலாபக்கமும் வெளிநோக்கிப் பரவும். இங்கும் பூமியின்

சுழற்சியின் பயனுக, இறங்கும் காற்றுப் படலங்களும் சுழலாக இறங்கும். பூமியின் வடபாதியில் வலச்சுற்ருகவும், தென் பாதியில் இடச்சுற்ருகவும் இவை சுழலும். இவற்றிற்கு 'எதிர்ச் சுழல்' காற்று என்று பெயரிட்டிருக்கிருர்கள். சாதாரணச் சுழலை விட இது உட லுக்கு இதமாக இருக்கும். வானம் சற்று வெப்பமாகவும் வறண் டும் இருக்கும். காற்றும் வேகமாக இராது. சூரியனும் மேகமற்று நீலவானத்தில் பளிச்சென்று பிரகாசிக்கும்.

இந்தச் சுழல்காற்றுகளுக்குத் தங்கைமார்கள் உண்டு. அவை தான் வெப்ப மண்டலச் சூறைக் காற்றுகள். கீழ் நாடுகளில் இவற்றை 'டைஃபூன்' என்பார்கள். கொடுமை அதிகம். இவை எப்படி உண்டாகின்றன என்பது வானிலை ஆராய்ச்சியாளருக்கு இன்னும் புதிராகவே இருக்கிறது. வெப்ப மண்டலத்திற்கும் மித வெப்ப மண்டலத்திற்கும் இடைப்பட்ட எல்லையில் ஏற்படும் காற்று மோதல்களால் இந்தச் சூறைக் காற்றுக்கள் உண்டாவதாகத் தோன்றுகிறது. வெப்ப மண்டலங்களில் சூரிய உஷ்ணம் துருவப் பிரதேசங்களைவிட அதிகம்; காற்றில் ஈரமும் மிகுதியாக இருக் கும். எனவே, சுழல் காற்றின் ஆர்ப்பாட்டங்கள் இந்தச் சூறைக் காற்றில் பன்மடங்கு பெருகிக் காணப்படும். சுழல்காற்றைப் போலவே, இதிலும் காற்றுப் படலங்கள் செங்குத்தாக உயர்ந்து, வலச்சுற்ருகச் சுழலும். சாதாரணச் சுழல்காற்றைவிட இது அள வில் சிறியது. ஆனுல், அதைவிட மிகவும் கொடியது. காற்றின் வேகம் 75 மைல் முதல் 150 மைல் வரை இருக்கும். இந்தச் சுழல் கள் ஒரு நாளைக்கு ஆயிரம் மைல் வீதம் பூமியின்மீது நகர்ந்து செல்லும். அநேகமாக வெப்ப மண்டலங்களில் கடல்களின்மீது உருவாகும் இவை, பூமியின் வடபாதியில் வடக்கு நோக்கியும், தென் பாதியில் தெற்கு நோக்கியும் நகர்ந்து செல்லும். மித வெப்ப மண்டலத்திலுள்ள நகரங்களை நாசப்படுத்திச் சூறையாடும். எனவே, மித வெப்ப மண்டலங்களில் வாழும் மக்களுக்கு வடக்கே யிருந்தோ, தெற்கே யிருந்தோ வரும் இந்தப் பகைவர்களால் ஓயாத திண்டாட்டம்தான்.

மேகமும், மழையும், இடி மழையும்

செங்குத்தான காற்ருேட்டத்தால் உயர எழும் காற்றுப்படலங் களில் உள்ள ஈரம் இறுகி, மேகமாகிறது என்று முன்பே சொன் ேேம். காற்றில் மிதக்கும் மிக நுண்ணிய நீர்த்துளிகள் அடங்கிய திரளான படலம்தான் மேகம். கோடை நாட்களில் வெயில் நன்ருக வீசும்பொழுது, வானில் சுருண்டு அடர்ந்து, வெண் செம்மறி ஆட் டின் முதுகைப் போல் தெரியும். மேகங்கள் பார்க்க அழகாக இருக் கும். கண்டங்களிலும் கடல்களிலும் வெயில் காய்வதால் நீர்

ஆவியாக மாறி, பிறகு இறுகியதே இந்த 'குமுலஸ்' அல்லது மஞ்சு (வெண்கும்பல்) மேகம். எதிர்ச் சுழற்காற்று உள்ள அமைதியான பகுதிகளில் இந்த மேகங்களேப் பெரும்பாலும் காண முடியும். மேகத்தினூடே காற்றுப் புகுந்து செல்லும்பொழுது, சில சமயங்களில் நீரின் நுண்துளிகள் மற்றத் துளிகளே விழுங்கி, வரவரப் பெரிதாகும். பல துளிகள் சிறுத்துச் சிறுத்து கடைசியில் மறைந்தே போய்விடும். வளரும் துளிகள், கடைசியில் மிகவும் பெரிதாகி கனத்துவிடும். காற்று தாங்காது, உடனே, அவை மேகங்களின் வழியாகக் கீழே இறங்கும். இறங்கும்பொழுது, மேலும் ஈரத்தைச் சுருட்டிக்கொண்டு இன்னும் பெரிதாகும். இதுதான் நம்முடைய தலேயில் ஜில்லென்ற கோடைத் தூற்றலாகப் பெய்கிறது.

மேகங்களில் இன்னெரு சாதுவான வகையும் உண்டு. பிலு பிலுவென்று சிறகைப் போலும், பூனே உரோமத்தைப் போலும் காட்சியளிக்கும் இவற்றிற்கு 'ஸிர்ரஸ்' அல்லது கொடிமேகம் (சிறகு மேகம்) என்று பெயர். 'குமுலஸ்' என்ற மஞ்சு மேகங்களேவிட உயரத்திலேயே இவையும் இருக்கும். அந்த அதிக உயரத்தில் வானம் மிகவும் குளிர்ந்திருக்கும். நுண்ணிய நீர்த் துளிகளுக்குப் பதிலாக, இந்தக் கொடி மேகங்களில் மிக நுண்ணிய பனிக்கட்டிப் படிவங்கள் இருக்கும். இரவில், சந்திரனுக்கு முன்பு கொடி மேகம் ஒன்று வந்தால், அதிலுள்ள பனிப்படிகங்களில் நிலவுபட்டு, அழகிய வளேயங்களாகவோ, சந்திரனேச் சுற்றி ஒளிவட்டமாகவோ (பிரபை) தெரியும்.

இந்த அழகிய அமைதியான கொடிமேகம், மஞ்சுமேகம் - ஆகியவற்றுக்கு நேர்மாருன மேக வகையொன்று உண்டு. துருவ முகடுகளிலும் சுழல் காற்றிலும், சூறைக் காற்றிலும் தோன்றும் இயக்கங்களில் அவை உருவாகின்றன. தீவிரமான காற்றின் சலனத்தால், திரள் திரளான ஈரக் காற்று, விரைவில் மிக உயரத்திற்கு எழும்போது, அதிலுள்ள நீர்த்துளிகள் பிரம்மாண்ட அளவுக்கு இறுகும். இதனல் கனத்து அடர்ந்த மேகங்கள் உருவாகும். 'நிம்பஸ்' எனப்படும் கனமேகங்கள் பூமியின்மீது பெரும் பகுதிகளில் பரவும். இந்த உயரத்தில் வெப்பநிலே, நீர் உறையும் அளவைவிட மிகவும் குறைந்திருப்பதால், நீராவி சிறுசிறு பனிப்படிகங்களாக இறுகி, மேகங்களின் ஊடே நழுவி, மேலும் மேலும் நீர்த்துளிகளேச் சேகரித்துக் கொள்ளும். மேகத்தின் அடிவாரத்திற்கும், பூமியின் மேற்பரப்புக்கும் இடையேயுள்ள காற்று, கோடைக் காலத்தில் இருப்பதுபோல் வெதுவெதுவென்று இருந்தால், இந்தப் பனிப்படிகங்கள் உருகி, கனத்த மழையாக விடாது பொழியும். குளிர் காலத்திலோ இப் பனிக்கட்டிகள் உருகாமல் பனியாகவே பெய்யும்.

டிராப்பாஸ்ஃபியரின் கலக்கமடைந்த பகுதிகளில் கடும் சலனங்கள் தோன்றுவதால், தீவிரமான மின்சாரக் கலக்கங்களும் உண்டாகும். அவற்றின் விளைவாக, ஒரே மேகத்தின் வெவ்வேறு பகுதிகளின் இடையோ, அடுத்தடுத்துள்ள மேகங்களின் இடையோ, மேகங்களுக்கும் நிலத்துக்கும் இடையோ, பல கோடி வோல்ட்டு ஆற்றலுள்ள மின்னியக்கம் தோன்றும். இதனுல் மின்னல் பளிச்சிடும். இடி முழங்கும். தெய்வக் கருமானுன 'தார்' என்பவன் வானப் பட்டறையின்மீது தனது சம்மட்டியைக் கொண்டு அடிப்பதால், இடியும் மின்னலும் தோன்றுகின்றன என்று மேல்நாடுகளில் வழங்கிய பழங்காலத்துக் கதைகள் கூறும். இப்போது நாம் அவற்றை நம்பவில்லை. ஆனுலும், இடி மின்னலின் காரணத்தை இன்னும் நிச்சயமாகச் சொல்ல முடியவில்லை. சி. டி. ஆர். வில்ஸன் என்னும் பிரிட்டிஷ் பௌதிக இயல் ஆராய்ச்சியாளர் ஐம்பது ஆண்டுகளுக்குமுன், ஏதோ கண்டுபிடித்துச் சொன்னுர். அதில் ஒரு துளி உண்மையிருக்கும் என்று நம்ப முடிகிறது. நேர் - மின் சக்தியை ஏந்திச் செல்லும் காற்றில் நீர்த்துளிகள் இறுகும் அளவை விட எதிர் மின்சக்தியை ஏந்திச் செல்லும் காற்றில் உள்ள நீர்த் துளிகள் இன்னும் விரைவில் இறுகிவிடும் என்று அவர் கூறினுர். மழைத்துளிகள் எதிர் மின்சக்தியை மேகத்தின் கீழ்ப்பகுதிக்குத் தள்ளிக்கொண்டு வரும். நேர் மின்சக்தி மேகத்தின் மேல்பகுதியிலேயே தங்கிவிடும். மின் ஆற்றலில் பெரும் வேறுபாடு இதனுல் ஏற்பட்டு, மேகங்களுக்கு இடையேயும், மேகங்களுக்கும் நிலத்துக்கும் இடையேயும் மின்னல் என்னும் மின்சாரப் பொறி தோன்ற இடம் உண்டாகும். ஆனுல், இந்த நிகழ்ச்சிகள் மிகமிகச் சிக்கலானவை. எத்தனை விஞ்ஞானிகள் அவற்றை ஆராய்கிறுர்களோ, அத்தனை கருத்து வேற்றுமைகளும் இது சம்பந்தமாக நிலவுகின்றன.

வானிலை முன்னறிவிப்பு - வானிலையை அடக்கி ஆளுதல்

வானிலை முன்னறிவிப்புகள் அத்தனையும் சரியாகப் பலிப்பதில்லை. ஒரு கேலிப்பாட்டு ஆங்கிலத்தில் உண்டு :

குளிரோ, வெப்பமோ—
வானிலை உண்டு; நிச்சயம் உண்டு.

அவ்வளவு பிரசித்தமில்லாத — டேமியன் பீட்னி எழுதிய — ரஷ்யப் பாட்டு ஒன்றும் உண்டு. அதில் ஒரு பாரமானி வருகிறது. அது ஒரு கடையின் ஜன்னலில் தொங்கிக் கொண்டிருந்ததாம். "அருமையான பண்டம்! பாரமானி — வானிலை கூறும் வாய்மைப்

பண்டம்'' என்று விளம்பரம் ஒன்று அதன் கீழே தொங்கிற்றும். பீட்னி மேலே எழுதுகிறார் :

“ அப்பாவி ஒருவன் தப்பாத சொல் என்று
அப்பாரமானியை நம்பியே வாங்கினான்.

‘ இப்பாரமானியில் எப்பக்கம், வானிலை
தப்பாது காட்டும்? அப்பா சொல்' என்றான்.

‘ இரண்டுமே காட்டும்,
இதிலென்ன ஐயம்?
புறத்தே வைத்து,
பத்து எண் எண்ணி,
பிறகு நீர் காத்திரும்.

‘ கருவி வறண்டால்
கருமுகில் வராது;
கருவி நனைந்தால்
கருமுகில் பொழியும்.'

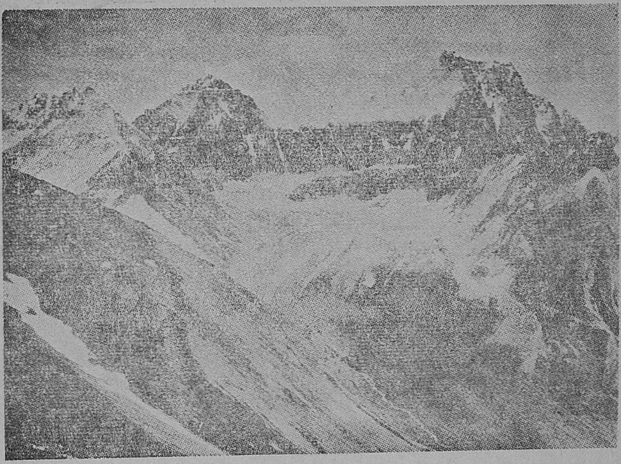
அப்பாவி சொன்னான் :
‘ஐயோ இதென்ன ஓய்,
அடியோடு மோசம்!
பொய்யாது மேகம்
பெய்யும் மழையெல்லாம்
பார்த்ததும் சொல்வேனே?
பொறி ஏன் இதற்கு?'
‘நல்லது, நல்லது,
பொல்லாத அறிவு,
வில்லாதி வில்லன்!
சொல்லவே சொல்லுவீர்!'
என்றான் வணிகன்.
இள நகை பூத்தான்.”

இருந்தாலும், நவீன வானிலை ஆராய்ச்சி, ஓரளவுக்குத் திறமையாகவே, வானிலையை முன்கூட்டி அறிவிக்கிறது. உலகில் ஆங்காங்குள்ள பல நிலையங்கள் பாரமானி அழுத்தம், வெப்பநிலை, காற்றில் ஈரம், காற்றின் திசை, வலு, முதலியவைகளைப் பற்றிய தகவல்களை மத்திய வானிலை ஆராய்ச்சி நிலையங்களுக்கு அனுப்புகின்றன. இந்த விவரங்களைக் கொண்டு, அன்றாட வானிலை மாறுதல்களைத் தெரிவிக்கும் பொதுவான படங்களை வானிலை ஆராய்ச்சியாளர்கள் தயாரிக்கிறார்கள். சில மணி நேரத்திலோ, அல்லது சில

நாட்களிலோ ஏற்படக்கூடிய வானிலை மாறுதல்களை ஓரளவு நம்பக மாகத் தெரிவிக்க இந்தப் படங்கள் உதவுகின்றன. 24 மணி நேரத் திற்குள் வானிலை மாறுவதைக் காட்டக்கூடிய இத்தகைய இரண்டு படங்கள், யூட்டாப் பகுதியில் மையம் கொண்டுள்ள ஓர் உயர்ந்த அமுக்கம் (எதிர்ச்சுழல்) மறு நாள் அரிஸோனுவிற்கு நகர்ந்து சென்றுவிட்டது என்றும், தென்மேற்குக் கான்ஸாஸில் மையம் கொண்ட ஒரு குறைந்த அமுக்கம் (சுழல் காற்று) கிழக்கு பென் ஸில்வேனியாவை நோக்கிச் சென்றுவிட்டது என்றும், அறிவிக்க லாம். அனுபவம் வாய்ந்தவர்கள் இதைக் கொண்டு, நாளையும், அதற்கு மறுநாளும், வாரக்கடைசியிலும், இந்தப் படங்கள் எப்படி மாறும் என்று ஓரளவுக்கு நிச்சயத்துடன் முன்கூட்டிச் சொல்ல முடியும். சுழல், எதிர்ச்சுழல் — பகுதிகளில் உள்ள வானிலைகள் அவர்களுக்குத் தெரியுமாதலால், அடுத்த வாரக்கடைசி உல்லாசப் பயணத்திற்குத் தோதாக இருக்குமா, அல்லது ஹாட்டிரால் முனை யில் உள்ள மீனவர்களுக்குப் 'புயல் எச்சரிக்கை' விடுக்க வேண் டுமா என்று ஊகம் செய்யமுடியும்.

இந்த முன்னறிவிப்புகள் பல தடவை பலித்தாலும், வானிலை முன்னறிவிப்பு இன்னும் ஒரு கலையாகத்தான் இருக்கிறது; விஞ் ஞானமாக வளரவில்லை. மிக வேகமாக இயங்கும் எலெக்ட்டிரானி யல் கணித இயந்திரங்களிடம் இந்தப் பொறுப்பை விடலாமென் றும், பூமியின் பரப்பில் வெவ்வேறு உயரங்களில் பலூன்களின் மூலமும், ராக்கெட்களின் மூலமும், வானிலைச் செயற்கைக் கோள் களின் மூலமும் கிடைக்கும் செய்திகளை அவ்வியந்திரம் ஆராய்ந்து, காற்றோட்டம் மேகச்சலனம் ஆகியவை சம்பந்தமான பல பிரச்னை களைச் சரியாகத் தீர்க்கும் என்று, பலர் கருதுகிறுர்கள். ஆனல், இவை எல்லாம் பேச்சளவில் இருக்கின்றனவேயொழிய, செயல் அளவில் இத்துறையில் கணிசமாக முன்னேற்றம் காணப்பட வில்லை. வானிலைப் பிரச்னைகள் மிகவும் கடினமானவை. ஆனல், முயற்சிக்கு ஏற்ற பலன் கிடைக்கத்தான் செய்யும்.

வானிலை முன்னறிவிப்பு விஞ்ஞான உண்மையாக உருப்பெரு வது சாத்தியமாகிவிட்டால், வானிலையை அடக்கியாளும் வித்தை யைக்கூட, ஓர் அளவுக்காவது செய்யமுடியும். பூமியின் மேற்பரப் பில் ஏற்படுத்தும் சிறிய மாறுதல்களால் வானிலையின் போக்கில் முக்கியமான மாறுதல்கள் தோன்றக்கூடும். நூறு, அல்லது இரு நூறு (குண்டுபோடும் வகை) விமானங்களில் நிலக்கரித் துகளை நிரப்பி, கிரீன்லாந்தில் உள்ள பனி ஆறுகளின்மீது அந்தக் கரியை தூவிவிட்டால், சூரிய வெப்பத்தை அவை இன்னும் நிறைய கிரகித் துக்கொள்ளும். இதனல், துருவமுகட்டிலிருந்துவரும் குளிர்காற்றுப் படலங்களில் மாறுதலை ஏற்படுத்தமுடியும். வெப்ப மண்டலத்தில்



[Courtesy of the U. S. Geologic Survey]

படம் : 64. ஒரு மலைச் சரிவில் பனிப்பிரவாகம் இறங்கும் காட்சி.

சூறைக்காற்று தோன்றும்பொழுது, அதன் மையத்தில் ஒரு சிறிய அணுகுண்டை வெடித்தால், சூறைப்புயல் செல்லும் போக்கையே மாற்றியோ, திருப்பியோ விடலாமென்றும், அதனால் அட்லான்டிக் கடலோர ராஜ்யங்களில் (அமெரிக்கா) உள்ள பல மக்களின் உயிரையும் சொத்தையும் காப்பாற்ற முடியும் என்றும், வாஸ் ஆலமாஸ் விஞ்ஞானக் கூடத்தைச் சேர்ந்த ஸ்டானிஸ்லாவ் உலாம் என்பவர் யோசனை கூறியிருக்கிறார்.

ஆனால், அதிகவேக எலெக்ட்டிரானியல் கணித இயந்திரங்களை சரியான வானிலை முன்னறிவிப்புக்கு எப்படிப் பயன்படுத்துவது என்று தெரிந்துகொள்வதுதான் முதல்படி. அது தெரியாதவரையில் மனிதன் வானிலையை அடக்கியாள்வது பற்றி ஒன்றும் சொல்லுவதற்கில்லை.

சீதோஷ்ணத்தின் கதை

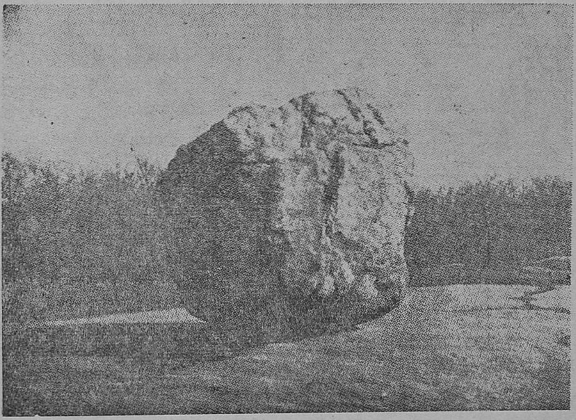
சீதோஷ்ண நிலை (அல்லது வெப்பதட்ப நிலை) என்பது புதிரான ஒரு சொல். வருடத்தில் ஒவ்வொரு மாதமும் அதிகப்படி வெப்ப நிலை என்ன, குறைந்த வெப்ப நிலை என்ன, காற்றின் ஈரம் எந்தெந்த அளவில் இருந்தது, எத்தனை நாள் வெயில் காய்ந்தது,

வெயில் காயாத நாட்களில் வானம் எவ்வளவு மூட்டம் கண்டிருந்தது, மாதம் சராசரி மழையோ பனியோ எவ்வளவு பெய்தது — இவற்றை யெல்லாம் பட்டியல் போடுவதுதான் வெப்பதட்ப இயல் என்று, அதைத் தொழிலாகக் கொண்டவர்கள் கூறலாம். ஆனல், புள்ளிவிவரம் அத்தனையும் தெரிந்தாலும்கூட, வானிலை நல்லதா, மோசமா, பேசத் தகுதியான செய்தியா என்று கண்டுபிடிப்பது கஷ்டம்.

புள்ளி விவரங்களைச் சேர்ப்பதுதான் சீதோஷ்ண இயல் என்று வைத்துக்கொண்டால், ஒவ்வோர் இடத்திலும் நம் கண்ணின் முன்னேயே வெப்பதட்பங்கள் மாறுகின்றனவே, அதற்கு என்ன செய்கிறது? கடந்த முப்பது ஆண்டுகளுக்குள், வட அமெரிக்காவின் கிழக்குப் பகுதியிலும், வட ஐரோப்பாவிலும் முன்னைவிட வெப்பம் சற்றுக் கூடியிருக்கிறது. 1913-க்கும் 1937-க்கும் இடையே ஸ்ப்பிட்ஸ்பர்கனில் ஜனவரி மாதச் சராசரி வெப்பநிலை 5 டிகிரி ஃபாரன்ஹைட்டு அளவில் அதிகமாகிவிட்டது. இந்த நூற்றுண்டின் போக்கில், பூமியின் வடபாதியிலேயே வெப்பம் சற்று உயர்ந்து, மலையுச்சிகளிலிருந்து இறங்கும் பனியாறுகள் மெள்ள மெள்ளப் பின்வாங்குவதாகத் தெரிகிறது. துருவப் பிரதேசம் பூமியின் மேற்பரப்பின் மூன்று சதவிகிதமாக உள்ளது. அங்கே கனமாக அப்பி நிறைந்து கிடக்கும் பனிப்பாறைகள் (இவற்றுக்குத் "துருவக் குல்லாய்கள்" என்று பெயர்) ஆண்டுக்கு இரண்டடி வீதம் உருக் குறைந்து வருவதாகத் தெரிகிறது. அதாவது பனிக்குவியலின் மட்டம் இரண்டு அடி தாழ்ந்துகொண்டே வருகிறது. இந்தப் பனி உருகிவரும் நீரானது கடல்களில் கலந்து, உலகத்தின் கடல்மட்டம் ஆண்டுக்கு ஓர் அங்குலம் வீதம், அதாவது, ஒரு நூற்றுண்டுக்குச் சுமார் பத்தடி வீதம் உயர்ந்து வருகிறது. "துருவக் குல்லாய்" முழுவதுமே உருகிவிட்டால், கடல் மட்டம் 200 அடி உயர்ந்து, கடலோரமாக உள்ள பெரியநகரங்கள் அனைத்தையும் முழுக அடித்துவிடும். ஆனல், இப்படி துருவப்பனி முழுவதும் உருகுவதற்கு, $2\frac{1}{2}$ வருட காலத்தில் பூமி முழுவதற்கும் எத்தனை சூரிய வெப்பம் வருமோ, அத்தனையும் தேவைப்படும். ஆனல், துருவப்பனியும் பனிப்பாறையும் கிரகிக்கும் சூரிய வெப்பம் மிகமிகக் குறைவு. எனவே, துருவப்பனி முழுவதும் உருக, பல லட்சக்கணக்கான ஆண்டுகள் பிடிக்கும்.

வெப்பநிலை மாற்றத்தை ஆராய நாம் எடுத்துக்கொண்ட கால அளவு, பூமியின் மிக நீண்ட வயதோடு ஒப்பிட்டால், இமை கொட்டுகிற நேரத்திற்குச் சமானம். ஆயினும், பூமியின் நெடிய வரலாற்றில் பெரிய மாறுதல்கள் ஏற்பட்டுள்ளது என்பது தெரிகிறது. அண்மையில், அதாவது 25 ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே, வடக்கு

மலைகளிலிருந்து மாபெரும் பனிப்பாறைகள் இறங்கி, தெற்கேயுள்ள தாழ்ந்த நிலங்களுக்கு வந்து, அடர்ந்த பனியடுக்கால் அவற்றை மூடிவிட்டன. ஆனால், அந்தத் தெற்குவெளிகள் இப்பொழுது மனிதர்கள் வாழ்வதற்கு ஏற்ற வசதிகள் உள்ள இடங்களாகத் திகழ்கின்றன. இந்தப் பனிப்படலம் இன்றுள்ள ஐக்கிய அமெரிக்க



[Courtesy of the U. S. Geologic Survey]

படம் : 65. ஒரு காலத்தில் பனிப் பிரவாகத்தில் மிதந்து வந்த பாறை நிற்கும் காட்சி. சென்ற பனிப் பிரவாக காலத்தில் பனிக் கட்டிகளால் தேய்த்துப் பளபளப்பாக ஆக்கப்பட்ட தரைமீது இந்தப் பாறை நிற்கிறது.

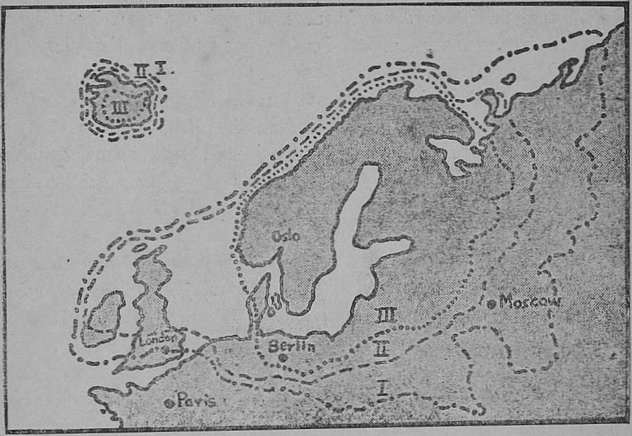
நாடுகளில் பாதியை அடைத்திருந்தது. அதாவது, நியூ யார்க்கு, கான்ஸாஸ், ஸான்ஃபிரான்ஸிஸ்கோ ஆகிய நகரங்கள் வரையில், தெற்கு திக்கில் பரவியிருந்தன. ஐரோப்பாவில், இன்று லண்டன், பெர்லின், மாஸ்க்கோ என்னும் நகர்கள் உள்ள பகுதிகள் யாவும் கனமான பனி அடுக்கால் மூடிக்கிடந்த பிரதேசங்கள். பனியாறுகள் மலைச்சரிவில் இறங்கும்பொழுது, பெரும்பெரும் பாறைகளைப் பெயர்த்து, துண்டு துண்டாகவோ, பெரும் பாறையாகவோ, நகர்த்திக்கொண்டு வந்தன. அதனால் அந்தப் பாறைகள் சிறு துண்டுகளாகவும், மணலாகவும் கரைக்கப்பட்டன. இப்பொழுது நியூயார்க்கிற்கு அருகிலும் (65-ஆம் படம்) வேறு பல அமெரிக்க ஐரோப்பிய நகரங்களுக்கு அருகிலும், மாபெரும் பாறைகள், தலையில் விழுந்துவிடுவதுபோல, எங்கோ ஓரத்தில் தொத்திக்கொண்டு நிற்பதைக் காணலாம். இவை பல்லாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு

முன்னரே, பனியாறுகள் சுமந்துகொண்டு வந்தவை. இவ்வளவு தூரம் வரையில் தெற்கே பனியாறுகள் வந்திருந்தன என்பதற்கு இவையே சான்றுகள் - மறுக்கமுடியாத சான்றுகள்.

பாறைகள் அரைக்கப்பட்டு உண்டான மணலும் மணல் தூசியும் பனியாறுகளில் மிதந்து, அவற்றின் ஓரங்களில் படியும். பனியாறுகள் பின்வாங்கிய காலத்தில், இந்த மணலும் தூசியும் தெற்கு நோக்கிவீசும் காற்றில் பறந்து தாழ்ந்த மாபெரும் சமவெளிப்பகுதிகளில் பரவின. வட அமெரிக்காவிலும், ஸஹராவிலும் உள்ள பாலை மணல் பரப்பு இப்படித்தான் வந்திருக்கும். தெற்கு நோக்கி ஓடும் பனியாறுகள் சற்றே கடினக்குறைவான நிலங்களின்மீது செல்லும்போது, அங்கு ஆழமாகப் பள்ளங்களைக் குடைந்துகொண்டே சென்றன. இப்படி ஏற்பட்டவையே வட அமெரிக்காவிலும், வட ஐரோப்பாவிலும் உள்ள பெரிய ஏரிப் பகுதிகள்.

பூமியின் வரலாற்றில் இன்னும் பின்தள்ளிச் சென்றால், முற்றிலும் வேறுபட்ட ஒரு நிலையைக் காண்கிறோம். நாற்பதாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னால் படிந்த பொருள்களை ஆராய்ந்தால், சீதோஷ்ண நிலை அப்போதும் வெப்பமாகவே இருந்தது என்று தெரிகிறது. வடக்கு ஐரோப்பாவில் அகப்பட்ட ஃபாஸில்களில் பனை போன்ற வெப்ப மண்டலத் தாவரங்கள் கிடைத்துள்ளன. இந்த அட்சாம்சப் பகுதிகளில், இந்தத் தாவர வகை ஏதும் இன்று வளரவே வளராது. அமெரிக்காவில் ஆரிகான், வாஷிங்டன்போன்ற வடக்கு மாநிலங்களில் மக்னோலியாவின் இலைகளை ஃபாஸில்களில் காண்கிறோம். அலாஸ்கா, கிரீன்லாந்து, ஸ்ப்பிட்ஸ்பர்கன் ஆகிய இடங்களில் ஒக். செஸ்ட்நட், மேப்பிள் போன்ற பரந்த மரங்கள் வளர்ந்தன. குள்ளமான பர்ச்சு போன்ற தாவரங்கள் இன்று வளராத அட்சாம்சங்களில் அன்று வளர்ந்திருந்தன. இன்னும் காலம் தள்ளிப் பின்னே சென்றால், நிலைமை மீண்டும் மாறுபடுகிறது. 60 ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னால், அண்மையில் வந்ததைவிட இன்னும் வெகுதூரம் தெற்கு நோக்கி, கண்டச் சமவெளிகளில் பனியாறுகள் பரவி இருந்தன என்று தெரிகிறது. கடந்த 6 லட்சம் ஆண்டுகளில், பனிப்பாறைகள் அடுத்தடுத்து முன்னேறியதையும் பின்வாங்கியதையும் 66-ஆம் படம் காட்டுகிறது.

இதற்கும் முற்பட்ட காலத்தைப்பற்றி, நமக்குச் சான்றுகள் அதிகமாகக் கிடைக்கவில்லை. பதினைந்து கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன், ஆப்பலாச்சிய புரட்சி எழுந்த காலத்தில், பனிப் பிரவாகங்கள் இருந்திருக்கலாம் என்பதற்குச் சுமாராக அடையாளங்கள் கிடைத்துள்ளன. தென் அமெரிக்கா, தென் ஆப்பிரிக்கா, இந்தியா, ஆஸ்ட்டிரேலியா — இங்கெல்லாம் புராதன காலங்களில் பனியாறு



படம் : 66. ஐரோப்பாவில் சென்ற மூன்று பனிப்பிரவாக காலங்களில் பனியாறுகள் பரவியிருந்த நிலப் பகுதிகள்.

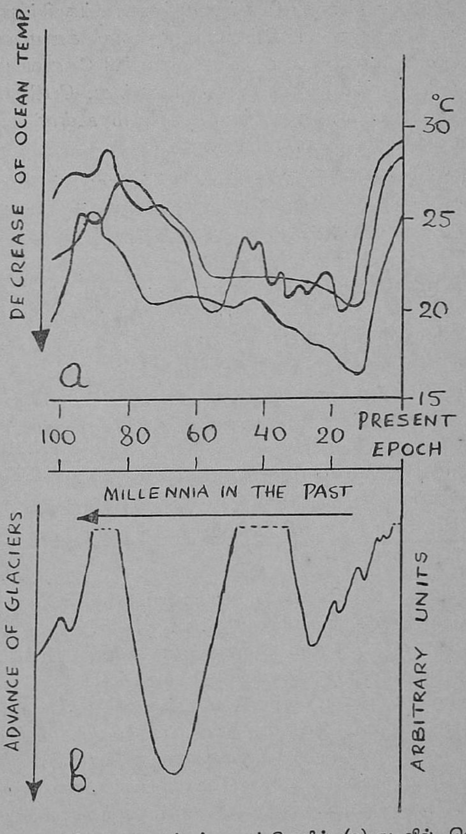
களில் ஒட்டம் இருந்திருக்கும் என்று சான்றுகள் அறிவிக்கின்றன ஆனல், நெடும் காலத்துக்கு முன்பே இதுநிகழ்ந்திருக்கவேண்டும். ஆதலால், அந்தச் சான்றுகளே முற்றிலும் முடிவானவை என்று சொல்வதற்கில்லை.

புராதன காலத்துச் சீதோஷ்ண நிலேகளே ஆராய, இன்னெரு முறையும் உண்டு. அதை விளக்கியவர் பிரபல அமெரிக்க விஞ்ஞானி ஹாரல்டு யூரி. பழங்காலக் கடல்களின் அடியில், சிறு கடல் பிராணிகளின் உடற் கூட்டுக் கவசங்களால் சுண்ணும்புக் கற்கள் உண்டாகிப் படிந்ததாக ஐந்தாவது அத்தியாயத்தில் கூறினேம். சுண்ணும்புக்கல்லின் ரசாயன அமைப்பு கால்ஸியம் கார்பனேட்டு ($CaCO_3$) என்பது. இது முதலில் கடல்நீரில் கரைந்தது. ஆக்ஸிஜன் O என்னும் தனிமத்தில் வெவ்வேறு கனமுள்ள - ஆனல், ஒரே ரசாயன இயல்பு கொண்ட - இரண்டு வகை அணுக்கள் (ஐஸோட்டோப்புக்கள்) உண்டு என்று நவீன அணு விஞ்ஞான இயல் கூறுகிறது. O^{16} என்னும் லேசான ஐஸோட்டோப்புத்தான் மொத்தம் உள்ள ஆக்ஸிஜனில் 99·8 சதவிகிதம் உள்ளது. கனமான O^{18} என்னும் ஆக்ஸிஜன் 0,2 சதவிகிதம்தான் இருக்கிறது. கடல் நீரில் ரசாயன இயக்கத்தின் பயனுக, கால்ஸியம் கார்பனேட்டு உருவாகும் போது, அதில் O^{16} ம், O^{18} ம், எந்த விகிதத்தில் உள்ளன என்பது

நீரின் வெப்ப நிலையைப் பொறுத்திருக்கும். கடல்நீரில் கரைந்த இந்த கால்ஸியம் கார்பனேட்டை மிக நுண்ணிய கடல் உயிர்கள் உட்கொண்டு, தங்கள்உடலோட்டில் இணைத்துகொள்கின்றன. இவ்வுயிர்கள் இறந்தபின், இந்த ஓடுகள் நீருக்குள் அமிழ்ந்து, கடலடியில் நாளடைவில் சுண்ணும்புக்கல் படிவாக ஆகின்றன. எனவே, வெவ்வேறு வகைச் சுண்ணும்புக்கற்களில் O^{16}ம், O^{18}ம் எந்தெந்த விகிதத்தில் உள்ளன என்று கண்டுபிடித்தால், அந்தக்கல் உருவான காலத்தில் கடலின் வெப்பநிலை எவ்வாறு இருந்திருக்கும் என்று சொல்லமுடியும். இதுதான் விஞ்ஞானி யூரி கூறிய யோசனை. கடலடியில், துளைத்துத் துளைத்து வெவ்வேறு யுகங்களில் படிந்த சுண்ணும்புக்கல் படிவுகளை மாதிரிக்கு எடுத்து, ஆக்ஸிஜன் ஐஸோட்டோப்பு விகிதங்களை ஆராய்ந்தால், அந்தந்தக் காலத்திய வெப்ப நிலையை நிர்ணயிக்க முடியும். 67-ஆம் படத்தில், 'a' பகுதி கடந்த 100,000 ஆண்டுகளில் உண்டான வெப்ப மாறுதல்களைக் காட்டுகிறது. கடலடியிலிருந்து வெவ்வேருன மூன்று படிவுகளை எடுத்து, அவற்றின் கடல் வெப்பத்தை ஸீஸர் எமீலியானி என்பவர் கண்டுபிடித்திருக்கிருர். இங்குள்ள படம், அந்தப் படிவங்கள் உண்டான காலத்தோடு வெப்ப நிலையையும் சேர்த்துக் காட்டுகிறது. இந்தப் படிவுகள் ஏற்பட்ட காலவரிசையை நிர்ணயித்தவர் ஹான்ஸ் ஸுவெஸ் என்னும் விஞ்ஞானி. கதிரியக்கக் கார்பனின் உதவியால், முதல் 30,000 ஆண்டுகளில் மூன்று படிவுகள் தோன்றிய காலங்களை அளந்து, அவர் இந்த வரிசையை நிர்ணயித்தார்.* கீழேயுள்ள படம் (67 - b) ஐரோப்பாவில் முன்னேறிப் பின்வாங்கிய பனியாறுகளின் போக்கை, சம்பிரதாயமான புவி-இயல் முறையின் மூலமாக நிர்ணயித்தவாறு காட்டுகிறது. மேல் படத்தையும், கீழ்ப் படத்தையும் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், கடல் வெப்பம் குறைந்தபொழுது, பனிப்பாறைகளும் முன்னேறின என்பது தெரியும்.

---

* வாயுமண்டலத்தில் கதிரியக்க கார்பன் ஐஸோட்டோப்பானது(C^{14}) மிகுந்த சக்திகொண்ட காஸ்மிக்குக் கதிர்கள் சாதாரண நைட்டிரஜனின் (N^{14}) மீது மோதுவதால் உண்டாகிறது. ஒளிச்சேர்க்கையால் இந்தக் கதிரியக்கக் கார்பன் கடல் தாவரங்களில் இணைந்து விடுகிறது. 5700 ஆண்டுகளில், அந்தக் கதிரியக்கம் சிதைந்துவிடும். அதாவது, அந்தக் கதிர் இயக்கக் கார்பன் சாதாரண நைட்டிரஜன் (N^{14}) ஆக மாறிவிடும். பழைய புதைந்த உயிர்ப் பொருள்களில் இன்னும் உள்ள கதிரியக்க கார்பன் எவ்வளவு என்று அளந்தால், அவற்றின் வயது இன்னது என்று சொல்ல முடியும். இந்த முறையை வகுத்தவர் வில்லார்டு லிப்பி என்னும் அமெரிக்க ரசாயன அறிஞர்.



படம் : 67. கடந்த ஒரு லட்சம் ஆண்டுகளில் (a) கடலில் வெப்ப நிலை மாற்றங்களும்; (b) பனிப் பிரவாகங்கள் முன்னேறியதும்.

பூமியின்மீது வீசும் "குளிர் அலைகள்"

மேலே கூறியதிலிருந்து பூமியின் மேற்பரப்பில் பனியாற்று ஓட்டங்கள் அவ்வப்பொழுது ஏற்படுவதாகத் தெரிகிறது. இதன் காரணம் என்ன? இதைப் புரிந்து கொள்ள, இரண்டுவித நிகழ்ச்சிகள் மீண்டும் மீண்டும் வருவதை நாம் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும். பூமியில் பெரிய புரட்சிகள் தோன்றி, கண்டங்களின் மேற்

பரப்பு உயர்ந்து, உன்னத மலைகள் எழுந்த காலங்களில்தான், பனியாறுகள் பரந்து காணப்படுகின்றன. அதாவது, கனமான பனிப் பாளங்கள் உண்டாக, உயரமான மலை எழுச்சி தேவைப்படுகிறது. இந்தப் பனிப்பாளங்கள் கனமாக அடர்ந்து, பெரிதாக ஆகி, கடைசியில் மலையிலிருந்து சரிந்து, சுற்றிலும் உள்ள சமவெளிப் பகுதிகளை வந்து மூடிக்கொள்கின்றன.

ஒவ்வொரு புரட்சியிலும் உள்ள பனிப்பிரவாகக் காலங்களில் ஒவ்வொரு காலத்திற்குள்ளேயே பல மாறுதல்கள் குறுகிய கால அளவில் மீண்டும் மீண்டும் ஏற்படுகின்றன. மலைகள் இருந்து கொண்டேயிருக்கும். பனியாறு மட்டும் பல முறை சமவெளிகளின் குறுக்காக முன்னேறுவதும் பின்வாங்குவதுமாக இருக்கும். இது தான் இரண்டாவது நிகழ்ச்சி. பூமியின் மேற்பரப்பில் ஏற்படும் மாறுதல்களுக்கும் இந்தச் சிறிய நிகழ்ச்சிகளுக்கும் சம்பந்தமில்லை. இந்த நிகழ்ச்சி உண்டாகக் காரணம் வெப்பநிலை மாறுதல்கள் தான். பூமியின்மீதுள்ள வெப்பச் சமநிலை, சூரிய கிரணங்களின் அளவைப் பொறுத்திருக்கிறது. எனவே, சூரிய கிரணங்கள் பூமியை அடையும்போது, அவற்றின் அளவைப் பாதிப்பது எது என்று காண வேண்டும். (1) பூமியின் மீதுள்ள வாயுமண்டலத்தின் ஒளி கடத்தும் தன்மை மாறலாம். (2) சூரியனுக்குள்ளேயே மாறுதல்கள் தோன்றலாம். (3) பூமி சூரியனைச் சுற்றுவதிலேயும் மாறுதல்கள் உண்டாகலாம்.

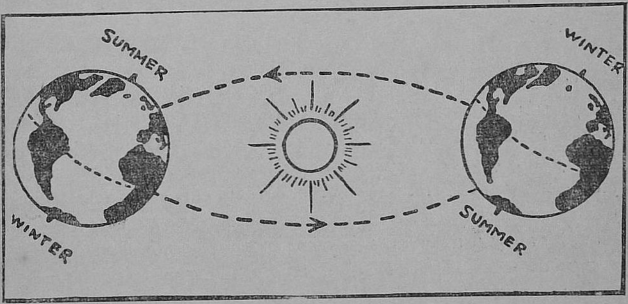
வெப்பதட்ப நிலை மாறுவது வாயுமண்டலத்தினால்தான் என்று பல சீதோஷ்ண நிலை நிபுணர்கள் கூறுகிறார்கள். நமது வாயுமண்டலத்திலுள்ள கார்பன்-டை ஆக்ஸைடின் அளவு அடிக்கடி மாறக் கூடியது என்னும் கொள்கையை ஆதாரமாகக் கொண்டு, அவர்கள் அப்படிக் கூறுகிறார்கள். சூரிய வெப்பத்தைக் கிரகிப்பது பெரும்பாலும், கார்பன்-டை ஆக்ஸைட்தான். எனவே, வாயுமண்டலத்தில் அதன் அளவுக்குச் சற்றுக் குறைந்தாலும், பூமியின் மேற்பரப்பிலும் வெப்பம் குறைந்து, பனிக்கட்டியும் பனிப்பாறைகளும் அதிகமாக உண்டாகக்கூடும். இந்த விளக்கம் ஏற்கக் கூடியதுதான். ஆனால், கார்பன்-டை ஆக்ஸைடின் அளவு ஏன் மாற வேண்டும் என்பதற்குக் காரணம் தெளிவாகத் தெரியவில்லை. மேலும், பழைய காலங்களில் பனியாறுகள் தோன்றியதும் காற்றில் உள்ள கார்பன்-டை ஆக்ஸைடின் அளவு மாறியதால்தான் என்று முடிவாகக் கூற போதிய சான்று ஏதும் இல்லை.

சூரியனுக்குள்ளேயே ஏற்படும் மாறுதல்களால் பூமியில் குளிர் அலைகள் வீசும் என்று சொல்வதும், நிச்சயம் என்று ஒப்புக் கொள்ளத்தக்கதில்லை. சூரியப் புள்ளிகள் தோன்றுவதால் சூரிய வெப்பத்திலும் மாறுதல் உண்டாகிறது. இந்தப் புள்ளிகள் பத்து

அல்லது பன்னிரண்டு ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறை மிகவும் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. இப்படி அதிகமான ஆண்டுகளில் பூமியின் சராசரி வெப்பநிலை சுமார் 2 டிகிரி ஃபாரன்ஹைட்டு அளவில் குறைந்து விடுகிறது. ஆனால், ஆயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளுக்கு இந்தச் சூரியப்புள்ளி மாறுதல்கள் நீடிக்கும் என்பதற்குக் கொள்கை ரீதியிலோ, நேர்முகமாகப் பார்த்ததிலோ, சான்றுகள் இல்லை. கார்பன்-டை ஆக்ஸைடைப்பற்றிச் சொன்னதுபோலவே, இங்கும், பழைய காலப் பனியாறுகள் சூரியப் புள்ளிகள் குறைந்ததால் ஏற்பட்டதாக நினைக்க ருசுக்கள் ஏதும் இல்லை.

மூன்றாவது காரணத்திற்கு இத்தகைய மறுப்புக்களைக் கூற முடியாது. பனிப் பிரவாகங்களின் காரணத்தை அறிய, நமக்கு உதவுவதோடன்றி, புவி-இயல் சான்றுகளைக் கொண்டு, அவற்றின் காலங்களை நிர்ணயிக்கவும், இந்தக் காரணம் நமக்கு உதவுகிறது.

தான் சுற்றும் பாதைக்கு நேர்ச் செங்குத்தாக இல்லாமல், சற்று சாய்ந்து பூமி, தன் அச்சில் சுழல்வதால், பருவ மாறுதல்கள் உண்டாகின்றன என்பது நமக்குத் தெரியும். இதனால் சூரியனை நோக்கி பூமியின் வடபாதி ஆறு மாதமும், தென்பாதி ஆறு மாதமும் சாய்கின்றன. 68-ஆம் படத்தைப் பாருங்கள். வடபாதி



படம்: 68. பூமியின் வட பாதியிலும் தென் பாதியிலும் ஏற்படும் பருவ மாறுதல்களை வழக்கமாக விளக்கும் படம்.

Summer — கோடை, Winter — குளிர்காலம்.

அப்படிச் சாய்ந்திருக்கையில் பகல்பொழுது நீண்டதாக இருக்கும். அதனால் வெப்பமும் அதிகமாகி, கோடைப் பருவமாக இருக்கும். இந்தச் சமயத்தில் இன்னொரு பாதியில் இரவுப் பொழுது நீண்டதாகவும், குளிர் காலமாகவும் இருக்கும்.

ஆனால், சூரியனைப் பூமி சுற்றுவது முழு வட்டமான பாதை அன்று. அது ஒரு நீள்வட்டப்பாதை. அதாவது, சில இடங்களில் சூரியனுக்கு அருகிலும், சில இடங்களில் விலகியும் சுற்றுகிறது. இப்போது உள்ளபடி, டிசம்பர் மாதக் கடைசியில், பூமி சூரியனுக்கு மிக அருகே வருகிறது. ஜூன் மாதக்கடைசியில்,சூரியனிடமிருந்து மிகவும் தூரத்தில் இருக்கிறது. அதனால், தென்பாதியில் இருப்பதைப்போல, வட பாதியில் குளிர்காலம் அவ்வளவு கடுமையாக இராது. அதே போல, வட பாதியில் கோடைக்காலமும் தென்பாதியில் உள்ள கோடைக்காலத்தைப் போல அத்தனை வெப்பமாக இராது. வானியல் கணக்குப்படி டிசம்பர் மாதத்தில் பூமிக்கும் சூரியனுக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் ஜூன் மாதத்தில் இருப்பதை விட மூன்று சதவிகிதம் குறைவாக இருக்கிறது. எனவே, பூமியின் இரண்டு பாதிகளிலும் வரும் வெப்பத்தில் ஆறு சதவிகித வித்யாசம் இருக்கும். பூமிக்கு வரும் மொத்த வெப்பத்திற்கும், மேற்பரப்பு வெப்பநிலை அளவுக்கும்* உள்ள தொடர்பைக்கொண்டு பார்த்தால், இக்காலத்தில், பூமியின் வடபாதியில் சராசரிக் கோடை வெப்பம் தென்பாதிக் கோடை வெப்பத்தைவிட ஏழு முதல் ஒன்பது டிகிரி ஃபாரன்ஹைட் குறைவாகவும், வடபாதியில் சராசரிக் குளிர்கால வெப்பநிலை ஏழு முதல் ஒன்பது டிகிரி ஃபாரன்ஹைட் அளவு தென் பாதிக் குளிர்காலத்தில் இருப்பதைவிட அதிகமாகவும் இருக்கும்.

பூமியின் இரு பாதிகளுக்கும் வரும் வெப்பத்தில் உள்ள இந்த வேறுபாட்டால் பனியாறு உண்டானதை விளக்க முடியாது என்று சொல்லலாம். ஏனெனில், கோடைக்காலம் வெப்பம் குறைவாக இருந்தால், குளிர்காலமும் குளிரும் குறைவாக இருக்கும் என்று நினைக்கத் தோன்றும். ஆனால், உண்மை அப்படி இல்லை. வெப்பநிலை மாறுதலால் பனிக்கட்டி உருவாவது கோடைக்காலத்திலும் குளிர்காலத்திலும் வெவ்வேறு வகையாக இருக்கும். வெப்பநிலை நீர் உறையும் அளவுக்குக் கீழே போய்விட்டால் (குளிர்காலத்தில் அப்படித்தான் இருக்கிறது), அது மேலும் மேலும் குறைந்தால் பனிப்பொழிவில் மாறுதல் ஏற்படாது. ஏனெனில், காற்றில் உள்ள ஈரம் ஏற்கனவே பனியாகிப் பெய்து விட்டது. ஆனால், கோடைக்

---

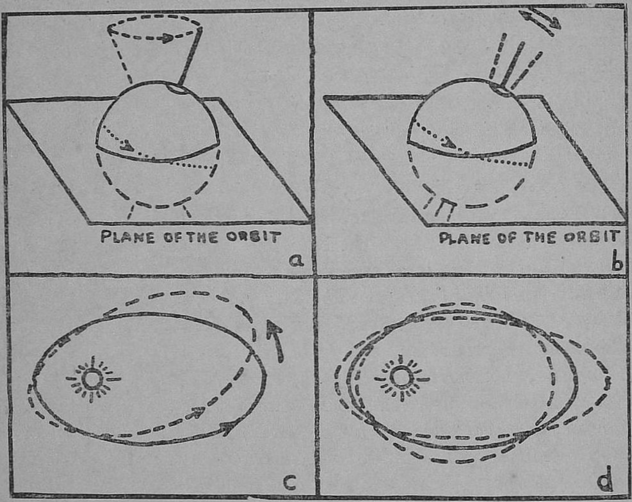
* L_1 L_2 — ஆகியவை வந்த மொத்த வெப்பத்தையும், T_1 T_2 — அந்த வெப்பத்தின் சென்டிகிரேட் அளவையும் குறிப்பதாக இருந்தால், கீழ்க்கண்ட சமன்பாடு உருவாகும் :

$$\frac{T_1 + 273^\circ C}{T_2 + 273^\circ C} = \sqrt[4]{\frac{L_1}{L_2}}$$

காலத்திலோ, வெப்பம் அதிகமாகும்பொழுது, பனி வேகமாக உருகும். குளிர்காலத்தில் உருவான பனிக்கட்டிகளும் வேகமாக அகன்றுவிடும். இதிலிருந்து என்ன தெரிகிறது? குளிர்காலத்தில் குளிர் அதிகமாக இருப்பதைவிட, கோடைக்காலம் வெப்பக் குறைவாக இருப்பது பனிப்பாளங்கள் தோன்றுவதற்கு ஏற்ற சூழ்நிலே யாகும். பரவலாகப் பனியாறுகள் தோன்றுவதற்கேற்ற சூழ்நிலே இப்பொழுது பூமியின் வடக்குப் பாதியில் காணப்படுகிறது.

சாதகமான சூழ்நிலே இருந்தால், இக்காலத்தில் ஐரோப்பாவிலும், வட அமெரிக்காவிலும், பனிப்பிரவாகங்கள் ஏன் தோன்றவில்லே என்று வாசகர்கள் கேட்கலாம். இதற்குச் சரியான விடை கூறமுடியும். பனிப்பாளங்கள் உருவாக ஏழு டிகிரி முதல் ஒன்பது டிகிரி ஃபாரன்ஹைட்டு வரையில் வெப்பம் குறைவாக இருந்தால் போதாது. நாம் காணும் வித்தியாசம் எல்லாம் அந்த அளவில்தானே உள்ளன? அந்த வித்தியாசம் இன்னும்அதிகமாக இருந்தால்தான், பனிப்பாளங்கள் தோன்றும். இப்பொழுது வடபாதியில் பனியாறுகள் பின்வாங்கும்நிலேயில் உள்ளன. ஆனல் குளிர்காலத்தில் விழும் பனியின் அளவிற்கும், கோடையில் உருகும் பனியின் அளவிற்கும் உள்ள சமநிலே நுட்பமானது. கோடைக்காலத்தில் வெப்பக்குறைவு இரண்டு அல்லது மூன்று மடங்கு அதிகமானலோ நிலேமை தலேகீழாக மாறிவிடும்.

வெப்ப நிலேயில் அதிக வித்தியாசம் இருந்ததால்தான் பழைய காலங்களில் பனியாறு ஓட்டம் நிகழ்ந்தது என்று வைத்துக்கொண்டால், வெப்பநிலேயில் அதிக வித்தியாசம் ஏற்பட்டது ஏன் என்று காரணத்தைக் கண்டுபிடித்தாகவேண்டும். பூமியின் அச்சுச்சாய்வில் ஏற்பட்ட மாறுதல்களாலும், சூரியனேச் சுற்றிவரும் பாதையில் ஏற்பட்ட மாறுதலாலும் இந்தப் பெருமளவு வெப்ப மாறுபாடுகள் தோன்றியிருக்கக்கூடும். பூமியின் சுழலும் அச்சு, மெள்ளமெள்ள, மாறிக்கொண்டேயிருக்கிறது. படம் போட்டுப் பார்த்தால், அது ஒரு கூம்பைப்போல் இருக்கும். கூம்பின் மையக்கோடு பூமி சுற்றும் பாதைக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும். அதாவது, ஒரு பம்பரம் சுற்றுகிறமாதிரி. 69-ஆம் படத்தைப் பாருங்கள். பூமியின் அச்சு இப்படி நிலே மாறுவதற்கு 'பிரீசெஷன்', அதாவது அயனம்சம் என்று பெயரிட்டிருக்கிருர்கள். பூமத்திய ரேகையின் விம்மிய பகுதியின்மீது சூரிய சந்திரர்களின் ஈர்ப்புச்சக்தி இயங்குவதால், பூமியின் சுழற்சி நிலே இப்படி மெதுவாக மாறுகிறது என்று நியூட்டன் விளக்கினர். இந்த அச்சு நிலேமாற்றம் மிகமிக மெதுவாகத்தான் நிகழ்கிறது. அச்சுநிலே ஒருமுறை முற்றிலும் மாறி, பழைய நிலே வருவதற்கு 36 ஆயிரம் ஆண்டுகள் பிடிக்கும். அதனல் 13 ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை பூமியின் வடபாதி சூரியனுக்கு மிக



படம்: *69.* பூமியின் சுழற்சியிலும், அது சூரியனைச் சுற்றும் பாதையிலும் தோன்றும் மாறுபாடுகள்.

a. சுழற்சி அச்சின் நிலை மாற்றம்.

b. சூரியனைச் சுற்றி பூமி சுற்றும் பாதையை நோக்கி அச்சுசாய்வதில் தோன்றும் மாற்றம்.

c. பூமி சுற்றும் பாதையில் மாற்றம்.

d. பூமி சுற்றும் பாதையின் நீள்வட்டம் மாறும் போக்குகள்.

(படத்தில் இந்த மாறுதல்கள் சற்று மிகைப்படுத்தி வரையப்பட்டுள்ளன)

Plane of the Orbit — பூமி சுற்றும் பாதையின் நிலை.

அருகில் வரும். அதேபோல 13-ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை தென்பாதியும் சூரியனுக்கு மிக அருகில் வரும். ஆயினும், இதனால் இரு பாதிகளிலும் வெப்பநிலை தீவிரமான அளவுக்குக் குறைந்து விடாது என்று தெளிவாகத் தெரிகிறது. எனவே, இப்போது வட பாதியில் உள்ள நியூ யார்க்கில் பனியுகம் தோன்றுததுபோலவே, 13-ஆயிரம் ஆண்டுகள் கழிந்து தென்பாதியிலுள்ள ப்வேனஸ் அயர்ஸ் நகரிலும் பனியுகம் தோன்றுது.

அச்சு நிலையின் மாறுதலைத் தவிர, வேறு கிரகங்களாலும் பூமியின் சலனத்தில் மாறுதல் ஏற்படுகிறது. முக்கியமாக, வியாழனை

இதற்கு ஓர் உதாரணமாகச் சொல்லலாம். வியாழன் பிரம்மாண்ட மான அளவு கொண்டது. அந்தக் கர்வத்தினுலோ என்னவோ, சூரியமண்டலத்தைச் சேர்ந்த எல்லா கிரகங்களையுமே ஒரு கை பார்க்கிற குணம் அதற்குண்டு. அண்டவெளியில் கோளங்கள் சுற்றுவதை ஆராய்ச்சி செய்வதே ஒரு தனி விஞ்ஞானத்துறையாக இன்று வளர்ந்திருக்கிறது. பழைய காலத்தையும், இக்காலத்தை யும் சேர்ந்த பெரும் கணித மேதைகள் பலர் இந்த விஞ்ஞானத் துறையை அதிசயமான நுட்பத்துடன் வளர்த்து வந்திருக்கிருர்கள்.

அவர்கள் சொல்வதைப் பார்த்தால், பூமியின் சுழற்சி-அச்சின் சாய்வு ஒரு நாற்பதாயிரம் ஆண்டுக்கால அளவில் மாறுதலுக்குள் ளாகும் என்று தெரிகிறது. (பூமி சுற்றும் பாதை சாதாரண அச்சு நிலை சாய்வதால் மாறுது). 69-ஆம் படத்தில் b. பகுதியைப் பார்க் கவும். கோடையும், குளிர்காலமும் தோன்றுவதே இந்தச் சாய்வி ஞல்தான். (68-ஆம் படத்தோடு ஒப்பிட்டுப் பார்க்கவும்). எனவே அச்சுச் சாய்வு மிகவும் அதிகமானுல், பூமியின் இரண்டு பாதிகளி லும் வித்தியாசம் அதிகமாகக் காணப்படும். அதாவது, கோடை இன்னும் வெப்பமாகவும், குளிர்காலம் இன்னும் அதிகக் குளிராக வும் இருக்கும். இதற்கு மாருக, பூமியின் அச்சு நேர்நிலைக்கு வந் தால், சீதோஷ்ண நிலை ஒரே சீராக இருக்கும். பருவங்களுக்கிடை யேயுள்ள மாறுதல்கள் முற்றிலும் மறைந்துபோகும். பூமியின் அச்சு அதுசுற்றும்பாதைக்கு செங்குத்தாக இருந்தால் இப்படிதான் நேரும். பூமி சுற்றும்பாதையும் மாருமல்இல்லை. சூரியனைச் சுற்றும் போது, அதன் நீள்வட்டத்தின் நீளம் சில சமயம் அதிகமாகும்; சில சமயம் குறையும். (69-ஆம் படத்தில் c. d. பகுதிகளைப் பார்க்கவும்). இப்படி அந்தப் பாதை நீள்வதும் குறைவதும், 60,000 முதல் 120,000 ஆண்டு கால அளவில் ஏற்படும். இந்த மாறுதல் களைக் குறிப்பாகக் கணித்துப் பார்க்க, மிகவும் சிக்கலான அண்ட கோளச் சலன விதிகளைக் கையாளுகிருர்கள். அதிர்ஷ்டவசமாக, இந்தக் கணக்குமுறை இம்மியளவும்தப்பாத நுட்பங்கொண்டவை. எனவே, கடந்த பத்து லட்சம் ஆண்டுகளில் பூமி சுற்றிய பாதை எப்படியெல்லாம் மாறியுள்ளது என்பதைக் குறிப்பாகக் கணிக்க முடியும். தவறு நேர்ந்தால், அது பத்து சதவிகிதத்துக்குமேலிராது.

பூமியின் சுழற்சிஅச்சானது நிலை மாறுவதால் ஏற்படும் விளைவு கள், பூமி சூரியனைச் சுற்றுவதாலும் ஏற்படுகின்றன. எனவே, இரண்டு நிகழ்ச்சிகளையும் சேர்த்துத்தான் ஆராயவேண்டும்.

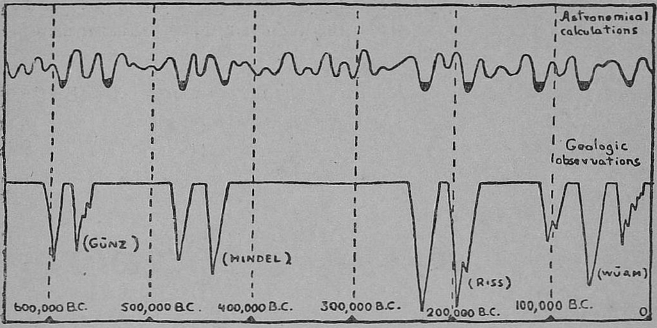
பூமி சுற்றும் பாதையின் நீள்வட்டம் நீள்வதாலும், குறைவதா லும் பூமியின் இரு பாதியிலும் சீதோஷ்ண நிலை பாதிக்கப்படு கிறது. பாதையின் நீள்வட்டம் மிகவும் நீண்ட காலங்களில், நீள் வட்டத்தின் கோடியில் போகும்போது, பூமி சூரியனிடமிருந்து

வெகு தூரத்தில் இருக்கும். இந்தச் சமயத்தில் பூமியின் இரு பாதிகளுக்கும் வந்துசேரும் சூரிய வெப்பம் மிகமிகக் குறைவாக இருக்கும். வான் கணிதம் சொல்வதைப் பார்த்தால், பூமியின் நீள்வட்டத்தின் நீளம் 180 ,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு இன்று இருப்பதைவிட $2\frac{1}{2}$ மடங்கு அதிகமாக இருந்ததாகத் தெரிகிறது. ஆனால், பூமியின் வடபாதிக்கும் தென்பாதிக்கும் இடையே உள்ள வெப்ப நிலை 16 டிகிரி முதல் 18 டிகிரி பாரன்ஹைட்வரை வித்தியாசப்பட்டிருக்கும் என்று தெரிகிறது. (186-ஆம் பக்கத்தில் உள்ள அடிக்குறிப்பைக் காண்க.)

மேற்கூறிய காரணங்களில் ஏதாவது ஒன்றினால் ஏற்படும் வெப்ப நிலை மாறுதல்கள் கணிசமாக இல்லாதிருக்கலாம். ஆனால், ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் இந்த எல்லாக் காரணங்களும் சேர்ந்துவிட்டால், முக்கியமான விளைவுகள் தோன்றத்தான் செய்யும். ஒரு காலத்தில் பூமி சூரியனைச் சுற்றும் நீள்வட்டப் பாதையின் நீளம் மிகவும் அதிகமாக இருந்திருக்கும். அப்பொழுது பூமியின் அச்சுச் சாய்வும் குறைந்திருக்கும். பூமி நீள்பாதையின் கோடியில் போகும் போது, அதன் வடபாதியில் கோடைக்காலமாக இருந்திருக்கலாம். இந்த மூன்று காரணங்களாலும், வடபாதியில் கோடையில் வந்து சேர்ந்த சூரிய வெப்பம் மிகமிகச் சொற்பமாக இருந்திருக்கும்.

இதற்கு மாறாக, பூமி சூரியனைச் சுற்றும் பாதையின் நீளம் குறைந்து, சுழற்சி அச்சும் எதிர்ப்பக்கம் சாய்ந்திருந்தால், வடபாதியின் சீதோஷ்ண நிலை மென்மையாக இருந்திருக்கும்.

அண்டகோளச் சலனக்கணக்குகள் தந்த விவரங்களைப் பயன்படுத்தி, எம். மிலன்கோவிச் என்ற யுகஸ்லாவிய பூபௌதிக அறிஞர் ஒரு வரைபடம் தயாரித்திருக்கிறார். பூமி சூரியனைச் சுற்றும் பாதையில் ஏற்பட்ட மாறுதல்களால் வட, தென் பாதிகளில் ஏற்பட்ட சீதோஷ்ண வேற்றுமைகளை இந்தப் படம் காட்டுகிறது. பூமியின் வடபாதியில் ஏற்பட்ட மாறுதல்களை மிலன்கோவிச் ஒரு வரைபடத்தில் காட்டியிருக்கிறார். கடந்த $6\frac{1}{2}$ லட்சம் கோடைக்காலங்களில் 64 டிகிரி வடக்கு அட்சாம்சத்தில் விழுந்த சூரிய வெப்ப அளவுகளை ஒரு வளைவுக்கோடாக அவர் காட்டியிருக்கிறார். அதைத்தான் 70-ஆம் படத்தில் காண்கிறோம். இந்தப் படத்தை நன்கு கவனித்தால், நாம் முன் சொன்ன மூன்று காரணங்களும் சில வருடங்களில் சேர்ந்து, ஒருங்கே இயங்கியிருக்க வேண்டும் என்பது தெரியும். அதாவது, கி. மு. 25,000, கி. மு. 70,000, கி. மு. 115,000, கி. மு. 190,000, கி. மு. 230,000, கி. மு. 425,000, கி. மு. 475,000, கி. மு. 550,000, கி. மு. 590,000 ஆகிய ஆண்டுகளில் இம்மூன்று காரணங்களும் ஒருங்கேசேர்ந்து இயங்கி



படம் : *70.*

(*1*) *65* டிகிரி வடக்கு அட்சாம்சத்தில் கோடைக் காலங்களில் ஏற்படும் வெப்பநிலை மாற்றங்களை மேல் வரை-கோடு காட்டுகிறது (மிலங்கோவிச்சின் கணக்குப்படி).

(*2*) கீழ் வரை-கோடு புவி-இயல் சான்றுகளின்படி கணக்கிடப்பட்ட பனியாற்றுக் காலங்கள் பலவற்றைக் காட்டுகிறது. வளைவுக் கோடுகளில் உள்ள பெயர்கள், பனியாறுகள் முன்னேறியதால் உண்டான படிவுகள் அகப்பட்ட நதிப் பள்ளத் தாக்குகளின் பெயர்களாகும்.

Astronomical calculations — வானியலார் கணக்குகள்.
Geological observations — புவி-இயலார் கண்டவை.
Gunz — கூன்ஸ் பள்ளத்தாக்கு.
Hindel — ஹிண்டெல் பள்ளத்தாக்கு.
Riss — ரிஸ் பள்ளத்தாக்கு.
Wuam — ஊவம் பள்ளத்தாக்கு.
B. C. — கிறிஸ்து பிறக்குமுன்.

யிருக்கவேண்டும். இந்தக் கோட்டின் கீழே, புவி-இயல் நிபுணர்கள், பனியாறுகள் தோன்றிய காலங்களை (பனியாற்றுப் படிவுகளைக் கொண்டு நிர்ணயிக்கப்பட்டவை) ஒரு வளைவு கோடாக வரைந்து காட்டியிருப்பது தெரியும். இரண்டையும் ஒப்பிட்டால் அவற்றில் காணும் ஒற்றுமை மிகவும் தெளிவாகப் புலனாகிறது. பூமி சுற்றும் பாதையிலும் சுழலும் அச்சுநிலையிலும் ஏற்பட்ட மாறுதல்களால், பனிப்பிரவாகங்கள் உண்டாயின என்பது நன்கு தெரிகிறது. பூமியின் தென்பாதியையும் இந்த மாதிரி கணித்து வரை படங்கள் தயாரித்து இருக்கிறார்கள். ஆனால், அங்கு நிகழ்ந்த

பனியாறு முன்னேற்றங்களைப்பற்றி நமக்கு அதிகத் தகவல்கள் கிடைக்காததால், கணக்கையும் நடப்பையும், தீர்மானமாக ஒப்பிட்டுப் பார்க்கமுடியவில்லை.

பூமியின் வரலாற்றில் பனியாற்றுப் பிரவாகங்கள் எத்தனையோ நிகழ்ந்திருக்கும். இந்தத் தனிப் பிரவாகங்களை இரண்டு மூன்ருக சேர்த்து ஆராய்வதே வழக்கமாகிவிட்டதால், பூமியின் வரலாற்றில் ஒரு யுகத்தில் நாலைந்து பனியுகங்களே இருப்பதுபோல் கணக்குப் போடுகிறோம்.

வானியல் காரணங்களால் மட்டும் (பூமி சூரியனைச் சுற்றும் பாதையிலும் சுழற்சி அச்சுநிலையிலும் ஏற்படும் மாறுதல்களால்) பூமியில் ஏற்படும் நீண்டகாலச் சீதோஷ்ண ஏற்ற இறக்கங்கள் எல்லாம் சுமார் ஒரு லட்சம் ஆண்டுகளுக்குக் குறைவான கால அளவில் உண்டாகும் என்று தெரிகிறது. ஆனல், பூமியின் வளர்ச்சியில் மலைகள் தோன்றும் காலங்களில்தான் வெப்பக் குறைவைத் தொடர்ந்து பனியாறுகள் பெருமளவில் தோன்றுவதற்கேற்ற சூழ்நிலை உண்டாகியிருக்கிறது. நாம் இப்பொழுது வாழ்வது மலைகள் தோன்றிவரும் காலம்தான். ஏற்கனவே, பல மலைகள் எழுந்துள்ளன. இன்னும் பல தோன்றவும் கூடும். எனவே, பத்தாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு பின்வாங்கிய பனியாறு, மீண்டும் திரும்பி வரலாம். வட அட்சாம்சங்களில் மலைகள் உள்ளவரையிலும், இப்படிப் பனியாறுகள் முன்னேறுவதும் பின்வாங்குவதும் தொடர்ந்து நிகழ்ந்துகொண்டேயிருக்கும். பல லட்சம் ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு, இந்தப் புரட்சிக் காலத்து மலைகளையெல்லாம் மழை நீர் அரித்து அடித்துப் போய்விட்ட பின்புதான், பனியாறுகள் முற்றிலும் மறைந்துபோகும். அப்பொழுது வெப்ப தட்ப நிலைகள் மென்மையாகவும் ஒரு சீராகவும் ஆகிவிடும். பூமியின் பாதையிலும், அச்சுச் சாய்விலும் ஏற்படும் மாறுதல்களால், ஆங்காங்கு வெப்பநிலை மாற்றமும் சொற்ப அளவுக்குத்தான் உண்டாகும். அதன் பிறகு, அதாவது இன்னொரு பத்து அல்லது இருபது கோடி ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு, புதிய புரட்சி ஒன்று எழும்; அப்பொழுது பனியாறுகள் மீண்டும் தோன்றி, நகரத் தொடங்கும்.

7

தலைக்குமேல் நரகம்

அமைதியான காற்று அடுக்குகள்

டிராப்பஸ்ஃபியர் என்ற அடிவாயுமண்டலம் பூமியிலிருந்து சுமார் 6 மைல் உயரம்வரை பரவியுள்ளது என்று சென்ற அத்தியாயத்தில் கூறினோம். இந்த ஆறு மைலுக்குள் மொத்தக் காற்றில் முக்கால் பாகத்திற்குமேல் (அதாவது 4/5 பாகம்) அடைந்து கிடக்கிறது. கடல் பரப்பிலிருந்தும், ஈர நிலத்திலிருந்தும், ஈரமும் வெப்பமும் இந்த அடிவாயுமண்டலத்தை அடைகின்றன. இதற்குப் பிரதியாக, இந்த அடிவாயுமண்டலமானது காற்று, மேகம், மழை, பனி - ஆகியவற்றை உண்டாக்கி, பூமிக்கு அளிக்கிறது.

இந்த வாயுமண்டலத்தின் எல்லைக்குமேல், ஸ்ட்டிராட்டஸ்-ஃபியர் என்ற மேல்வாயுமண்டலம் தொடங்குகிறது. உலர்ந்ததும், ஒளியைக் கடத்துவதுமான காற்று நிலவும் அமைதியான அடுக்கு இது. பூமிக்குமேல் ஐம்பது மைல் உயரம் வரையில் இது பரவியுள்ளது. விமானம் ஓட்டுபவர்களுக்கும், விமானப் பிரயாணிகளுக்கும், இந்த மண்டலம் மிகவும் பிடித்தமானது. ஏனெனில், பிரயாணம் அதிர்ச்சி ஏதுமின்றி, உல்லாசமாகவும், சுகமாகவும் இருக்கும். ஆனால், இதைத்தவிர வேறு ஒன்றும் அங்கு நிகழ்வதில்லை. எனவே, விஞ்ஞானிகளுக்கு இதில் அதிகக் கவர்ச்சி கிடையாது. பூமியின் மேற்பரப்பில் உண்டாகும் நிகழ்ச்சிகளால் இந்த மண்டலம் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஏனென்றால், உயரம் அதிகம். சூரியனிலிருந்து வரும் சிற்றலைக்கதிர்களும், இந்த மண்டலத்தை அடைவதில்லை. ஏனென்றால், உயரம் போதாது. சூரியனின் சிற்றலைக்கதிர்கள் இன்னும் பெரிய உயரத்திலேயே கிரகிக்கப்பட்டுவிடுகின்றன.

ஒரு அவுன்சுக்கும் குறைந்த எடையுள்ள சிறிய அண்டவெளிக் கற்கள்தாம் இந்த அமைதியான காற்றடுக்குகளில் ஊடுருவி

வருகின்றன. விநாடிக்கு இருபது மைல் வேகத்தில் பரவும் இந்தக் கற்கள், காற்றில் உராய்ந்து, சூடாகி, உருகி எரிந்துபோகின்றன. அவைதாம் இரவில் நீளக்கொள்ளிகளாக நமக்குத் தெரிகின்றன. அப்படி எரிந்துபோன மிச்சங்கள் மெல்லிய தூசி வடிவில் மேல் வாயுமண்டலத்தில் மாதக்கணக்கில் மிதந்துவிட்டு, மிகவும் மெள்ளமெள்ளக் கீழே இறங்கும். அடிவாயுமண்டலத்திற்கு வந்ததும், மழைத்துளி இறுகுவதற்காகப் பூமியிலிருந்து மேலே வந்த தூசித் துகள்களோடு அவை சேர்ந்துகொள்ளும். அண்டவெளிக் கற்கள் அதிகமாக விழுந்தால், சில மாதங்கள் கழித்து, பூமியின் மேற்பரப்பு எங்கிலும், மழையும் பனிமாரிகளும் பெருகிவிடுவதை நாம் கண்கூடாகக் கண்டிருக்கிறோம்.

1883-ஆம் ஆண்டில் கிராக்காட்டோவா எரிமலை பிரம்மாண்ட வேகத்துடன் வெடித்தது. நுண்ணிய எரிமலைத்தூசிகள் முகில் முகிலாகக் கிளம்பி, மேல்வாயுமண்டலத்தில் சென்று, பல ஆண்டுகள் மிதந்துவிட்டு, கீழே இறங்கத் தொடங்கின. மிக மிக உயரத்தில் மிதந்த இந்தத் தூசிகளின்மீது வெயில் பட்டபோது ஒளிரும். சூரியாஸ்தமனத்திற்கு வெகு நேரம் கழித்துக்கூட, மெல்லிய வெள்ளி மேகம்போல (கொடி மேகம் போல) அவை தோன்றி வந்தன. மேல்வாயுமண்டலம் முழுவதும் இந்த பூந் தூசி பரவி, பூமியை நோக்கிச் சூரியகிரணங்களில் ஐந்துமுதல் பத்து சதவிகித அளவைப் பிரதிபலித்துத் திருப்பிவிட்டன. அதனல், பல ஆண்டுகளுக்கு பூமியின் சராசரி வெப்பம் சுமார் பத்து டிகிரி ஃபாரன்ஹைட்டு அளவுக்குக் குறைந்துவிட்டது. இன்று மேல்வாயுமண்டலத்தில் வேறு புதிய சரக்குகள் வந்துள்ளன. அவைதான் - அணுகுண்டுகளும் ஹைட்ரஜன் குண்டுகளும் வெடித்ததால் சிதைந்துபோன பொருள்கள். இவையும் வருடக்கணக்கில் அங்கு மிதந்துவிட்டு, மெள்ள மெள்ள, நம் தலைமீது இறங்கும்.

அயனி மண்டலம்

ஐம்பது மைல் உயரத்திற்கப்பால் காற்றுனது மிகவும் சன்னமாகி, மெலிந்துவிட்ட பகுதிக்கு வருகிறோம். பூமியின் மேற்பரப்பில் இருப்பதைவிட, காற்று இங்கு பல லட்சங்களாக மெலிந்து சன்னமாக இருக்கும். மொத்த வாயுமண்டலக் காற்றில் நூற்றில் ஒரு பங்குப் பகுதியைத்தான் இங்கே காணமுடியும். ஆனல், அண்டவெளிக்கும் வாயு மண்டலத்திற்கும் இடையே, எல்லையாக அமைந்திருப்பதால், இது மிகவும் முக்கியமானது. எல்லைக் காவலர் போல, படையெடுத்து வரும் பகைவர்களை அது தடுத்து நிறுத்துகிறது. இந்த மெல்லிய காற்று அடுக்குத்தான் சூரிய கிரணங்களில் உள்ள அல்ட்டிரா வயலெட்டுக் கதிர்களை (ஊதாவுக்கு அப்பால்க்

கதிர்களை) தடுத்து நிறுத்துகிறது. இல்லாவிட்டால், அந்தக் கதிர்கள் பூமியில் வாழும் உயிர்களைக் குலைத்து நாசமாக்கிவிடும். ஆனல் இப்படிக் காப்பாற்றும் பொழுது, இந்த மெல்லிய காற்றுத் துகள்களுக்கே அல்ட்டிரா வயலெட்டுக் கதிர்களால் கேடு விளைகிறது. மையப்பகுதியும் அதைச் சுற்றிவரும் எலெக்ட்டிரான்களும் கொண்டதே அணு என்பது இப்பொழுது பலருக்கு தெரியும். கண்ணுக்குத் தெரியும் ஒளியானது அணுவில் சுழன்ருேடி வரும் எலெக்ட்டிரான்களின் சலனத்தைத்தான் பாதிக்கும். உள்மையத்தைப் பாதிக்காது. ஆனல், அல்ட்டிரா வயலெட்டுக் கதிர்களோ அணுக்களில் உள்ள சில எலெக்ட்டிரான்களைப் பிய்த்து எடுத்து, அண்டவெளியில் அதிவேகத்தில் வீசிவிடும். எலெக்ட்டிரான்கள் எதிர் மின்சக்தி கொண்டவை. எனவே, ஓர் எலெக்ட்டிரானையோ, அல்லது அதற்கும் மேற்பட்டவைகளையோ இழக்கும் அணுக்கள் நேர்-மின்சக்தி கொண்டவையாக மாறும். மின்சார ரீதியில் சமநிலை கொண்ட துகள்களாக இல்லாமல், நேர்-எதிர் மின்சக்திகொண்ட அயனிகள் காற்றில் இருந்தால், அந்தக் காற்றை அயனியேறிய காற்று என்று நாம் கூறுகிருேம். இந்த உயரத்தில் காற்று மிகமிகச் சன்னமாகி மெலிந்திருப்பதால், அதன் துகள்கள் ஒன்ருேடொன்று மோதிக் கொள்வது மிகமிக அபூர்வம். அல்ட்டிரா வயலெட்டுக் கதிர்களால் பிய்க்கப்பட்ட எலெக்ட்டிரான்கள் நீண்ட காலம் எந்தத் தடையுமின்றி, போய்க்கொண்டேயிருக்கும். வெகுகாலம் கழித்து, நேர் மின்சக்தி அயனிகள் ஏதாவது எதிர்ப்பட்டு, அவற்றைப் பிடித்துக் கொள்ளும். அப்பொழுது மின்சாரச் சமநிலை உள்ள துகள்களாக அவை மாறிவிடும். அயனியேறிய ஒரு வாயுவில் நேர்-மின்துகள்களும் எதிர்-மின்துகள்களும், எத்தடையுமின்றி, தனித்தனியாகத் திரிந்துகொண்டிருக்கும். அதனல், அந்த வாயுவானது மின்சாரத்தைக் கடத்தும் ஆற்றல் உள்ளதாக ஆகிறது. ஒரு சிறு கலக்கம் ஏற்பட்டாலும்கூட, சக்திவாய்ந்த மின்சார ஓட்டம் அந்த வாயுவின் ஊடாக நிகழ்கிறது.

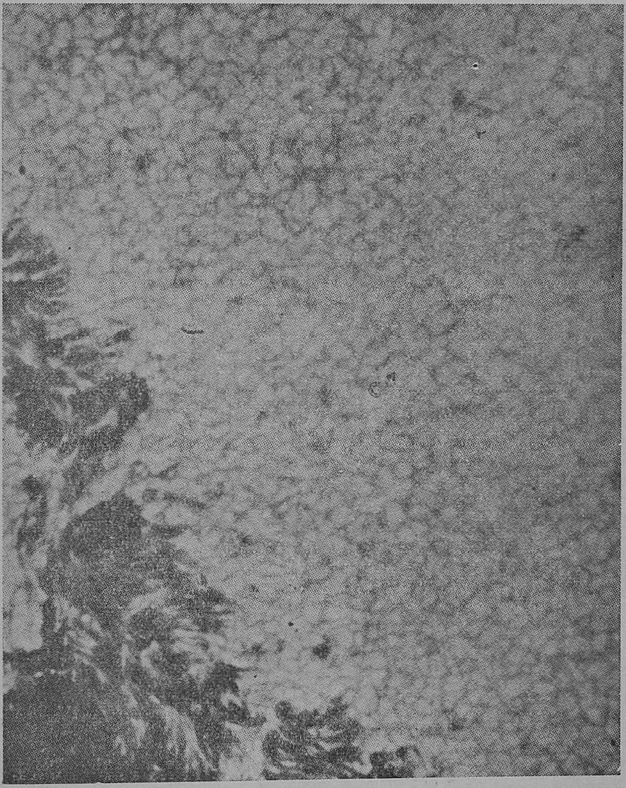
மின்கடத்தும் பொருள்களுக்கு மின்காந்த அலைகளைக் கிரகிக்கவோ பிரதிபலிக்கவோ சக்தியுண்டு. உதாரணமாக, கண்ணுக்குத் தெரியும் ஒளி என்பது சிறிய மின்காந்த அலைகளின் குவியல் தான். எனவே, எந்தத் தடையுமின்றி, அதனல் கண்ணுடியின் வழியாகப் போக முடிகிறது. கண்ணுடி மின் கடத்தியன்று. ஆனல், அதே ஒளி உலோகங்கள்மீது பட்டால், ஓரளவுக்கு அது பிரதிபலிக்கப்படுவதோடு, ஓரளவுக்குக் கிரகிக்கப்பட்டுவிடும். உலோகங்கள் மின்கடத்திகள். அதேபோல, உள்ளுக்குள்ளேயே ஏரியலைக் கொண்டுள்ள ஒரு ரேடியோப் பெட்டி ஒரு கூட்டிற்குள்ளோ, கல் வீட்டிற்குள்ளோ நன்ருக வேலை செய்யும். ஆனல்,

ஒரு மோட்டார்காருக்குள் அது சரியாக வேலை செய்யாது ; ஏனெனில் காரின் உலோகப்பகுதிகள் சுவர்களைப்போல அதைச் சூழ்ந்து கொள்கின்றன.

எனவே, நம் பூமியைச் சூழ்ந்துள்ள அயனிமண்டலம் ரேடியோ நிலையங்களிலிருந்து வரும் ரேடியோ அலைகளைப் பிரதிபலிக்கிறது ; கிரகித்தும் கொள்கிறது. அப்படி இல்லாவிட்டால், பூமியின் பல பகுதிகளுக்கு இடையே ரேடியோச் செய்திப் போக்குவரத்து நடக்கவே நடக்காது. அயனி மண்டலம் இல்லாவிடில், பூமியிலிருந்து வரும் ரேடியோ அலைகள் நேராக அண்டவெளிக்குள் தப்பி ஓடி விடும். அயனி மண்டலம் இருப்பதால்தான், ரேடியோ அலைகள் அதில் பட்டுத் திரும்பி, பிரதிபலிக்கப்பட்டதால் வேறு நிலங்களை அடைகின்றன. 1901-ல் மார்க்கோனி ஐரோப்பாவுக்கும், அமெரிக்காவுக்கும் இடையே ரேடியோச் செய்தி முறையை அமைத்தபொழுது, எல்லோருக்கும் அது பெரும் வியப்பாக இருந்தது. பூமியின் மேற்பரப்பு, அயனி மண்டலம் - இரண்டுமே மின் கடத்திகள். இந்த இரண்டின்மீதும் ரேடியோ அலைகள் பட்டுப் பட்டு, அடுத்தடுத்துப் பிரதிபலிக்கப்பெற்று, நம் பூமியின் வளைந்த மேற்பரப்பு எங்கிலும் பரவுகின்றன.

அயனி மண்டலத்து வெப்பநிலையைப் பற்றியும் சிறிது சொல்ல வேண்டும். ஆறு மைல் உயரத்தில் அடிவாயுமண்டலத்தில் வெப்பநிலை சுமார் நூறு டிகிரி ஃபாரன்ஹைட்டு அளவுக்குக் குறைந்து விடுகிறது. சுமார் ஐம்பது மைல் உயரம் வரையில், அதாவது மேல்வாயுமண்டலம் முழுவதும், அதே குறைந்த நிலையிலேயே இருக்கிறது. ஆனால், அதற்குமேல் போனதும், வெப்பநிலை உயரத் தொடங்குகிறது. எண்பது மைல் உயரத்தில் நம்முடைய அறையில் உள்ள வெப்ப நிலையாக இருக்கும். நூறு மைல் உயரத்தில் நீர் கொதிக்கும் நிலைக்கு வெப்பம் உயர்ந்துவிடும். 150 மைல் உயரத்தில் ஈயம் உருகும் வெப்பநிலையைக் காணலாம். அத்துணை உயரங்களில் இவ்வளவு வேகமாக வெப்பநிலை உயர்வதற்குக் காரணம் சூரியனிடமிருந்துவரும் அல்ட்டிரா வயலெட்டுக் கதிர்களே ஆகும்.

காற்றுக் கூறுகளிலிருந்து அல்ட்டிரா வயலெட்டுக் கதிர்கள் எலெக்ட்டிரான்களைப் பிய்த்தவுடன், அந்த எலெக்ட்டிரான்களும், இதனுல் நேர்-மின்சக்தி கொண்ட அயனிகளும் பெரும்வேகத்தைப் பெறுகின்றன. இந்த வேகத்தால் வெப்பமும் மிகவும் உயரும். ஆனால், இந்த உயரங்களுக்கு மனிதன் சென்றால், வதங்கி வறுபட்டுப் போவான் என்று நினைக்க வேண்டாம். அத்துணை உயரத்தில் காற்றுத் துகள்களுக்கு வேகம் அதிகமாயிருந்தாலும், காற்றின் அடர்த்தி மிகமிகக் குறைவாக இருப்பதால், வெப்பத்தைப் பரப்பும்



படம் : *71.* சூரியனின் பொரபொரவென்ற மேற்பரப்புத் தோற்றம். (வானில் நாம் காணும் குமுலஸ் மேகங்கள் போன்றுள்ளவை. ஆனல், சூரியனில் காணப்படும் இந்த முகில்கள் மிக மிக சூடானவை) ஸ்டிராட்டஸ்ஃபியருக்கு செலுத்தப்பட்ட ராக்கெட்டிலிருந்து எடுத்த படம் இது.

ஆற்றல் அதற்கு மிகமிகச் சொற்பமாகத்தான் இருக்கும். பூமியில் வெதுவெதுப்பாகவோ, குளிர்ச்சியாகவோ, உள்ள ஓர் அறையில் நம்முடைய உடல் தோலின் ஒவ்வொரு சதுர அங்குலத்தின்மீதும் ஒரு விநாடிக்கு 10^{27} (1க்குப்பின் 27 பூஜ்யங்களைப் போடுங்கள்!)

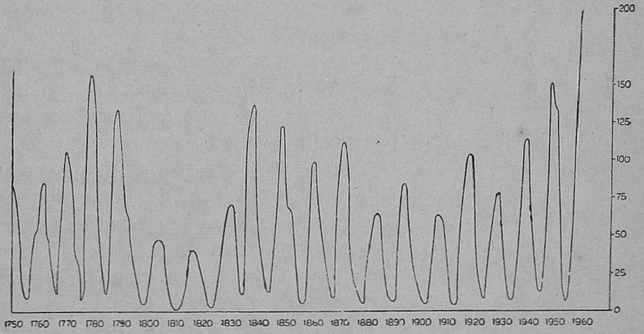
காற்றுத் துகள்கள் வந்து அடைகின்றன. இதனுல் நமது உடல் வெகு சீக்கிரம் உஷ்ணமடைகிறது. 150 மைல் உயரத்தில் நம் உடல் மீது படும் துகள்கள் இந்த அளவில் பல நூறு கோடியில் ஒரு பங்கு கூட இராது. எனவே, அங்கு வெப்பத்தைக் கடத்தி, நம் உடலே உஷ்ணப்படுத்துவது லேசான காரியமல்ல. அந்த உயரத்தில் காற்றின் வெப்பநிலே ஈயத்தையே உருக்கிவிடும். ஆனுல், மனிதனே, குளிரில் உறைந்து செத்துப் போவான். ஏன் தெரியுமா? காற்று அளிக்கும் வெப்பத்தைவிட, அவன் உடலிலிருந்து வெளியாகும் வெப்பத்தின் அளவு மிகவும் அதிகமாயிருக்கும்.

சூரியனிலிருந்து வீசும் துகள்கள்

சூரியனுக்குக்கூட வடுக்கள் (கறைகள்) உண்டு என்று ஒரு பழமொழி நிலவுகிறது. அதாவது புள்ளிகள் இருப்பதைத் தவிர, மற்றப் படி சூரியனின் மேற்பரப்பு வழவழவென்று அமைதியாக இருப்பதாக அர்த்தம். இது உண்மையே அன்று. டெலிஸ்கோப்புகள் மூலமும், அண்மையில் ராக்கெட்டுகள் ஏந்திச் சென்ற காமிராக்களின் மூலமும், எடுத்த புகைப்படங்களேப் பார்த்தால், எரியும் எரிமலேயின் வாயில் கொதிக்கிற குழம்பைப் போல, சூரியனின் மேற்பரப்பிலிருந்து கொதிக்கும் பொருள்கள் கக்கியும், சுழன்றும், சீறியும் தெறிப்பது தெரியும். சூரியனின் உட்புறத்திலிருந்து மிகவும் உஷ்ணமான வாயுக்கள் வெளிப்பட்டு, மீண்டும் அமிழும். இதனுல், சூரியனின் மேற்பரப்பில் சில இடங்களில் ஒளிமங்கும். அப்போது அந்த இடங்கள், ஒளியும் நிழலுமாக - பின்னிய வலேயைப் போல் இருக்கும். பார்ப்பதற்கு பொரபொரவென்ற பொடி போலிருக்கும். அவ்வப்போது அதிக வெப்பமுள்ள வாயுக்கள் பிரம்மாண்ட தீ நாக்குகளாக வெளிப்பட்டு, சூரியனின் மேற்பரப்புக்குமேல் பல்லாயிரம் மைலுக்குக் கிளம்பும். சில சூரிய கிரகணங்களில் சந்திரன் சூரியனே முற்றிலும் மறைத்துவிடுவதுண்டு. அப்போது, சூரியனிலிருந்து எழும் இந்தத் தீ நாக்குகளேக் காணமுடியும். பழைய காலங்களில், சூரிய கிரகணங்களின்போது வானியல் அறிஞர்கள் இதைப் பார்த்து ஆராயும் பொருட்டு பூமியின் பல மூலேகளுக்கு எல்லாம் போவார்கள். இப்பொழுது இந்த ஆராய்ச்சியை எப்பொழுதும் (அதாவது பகலில்) எந்த இடத்திலும் செய்ய முடியும். இதற்குக் காரணம், "க்ரோனுக்ராஃப்" என்ற ஒரு புதிய கருவி கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளதுதான். இக்கருவியில் உள்ள பளபளவென்ற ஒரு தட்டு சூரியனே மறைத்துவிடும். விசித்திரமான கண்ணுடி அமைப்பால் இது சாத்தியமாகிறது.

சூரியனின் மேற்பரப்பில் உஷ்ண வாயுக்கள் ஏராளமாகப் பீறி வெடிக்கும்போதுதான் சூரியப்புள்ளிகள் தோன்றுகின்றன. இந்தப்

புள்ளிகள் என்பது இருண்ட பரப்புகள். உஷ்ண வாயுக்கள் பெரும் பெரும் சுழல்களாகச் சுழல்வதுதான் புள்ளிகளாகத் தோன்று கின்றனபோலும். இவற்றைப் பூமியில் ஏற்படும் சுழற்புயல்களுக்கும் சூறைகளுக்கும் ஒப்பிடலாம். பூமியில் ஏற்படும் சுழற்காற்றுகளைப் போலவே, சூரியப்புள்ளிகளும் சூரியனின் மத்திய ரேகையை ஒட்டி நடுத்தர அட்சாம்சப் பகுதிகளில்தான் தெரிகின்றன. சூரியப் புள்ளிகள் தோன்றுவதிலும், ஒரு கால ஒழுங்கு காணப்படுகிறது. $11\frac{1}{2}$ ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறை, அவை அதிகமாகின்றன. இது ஏன் என்பது புதிராகவே இருக்கிறது. கடந்த இருநூறு ஆண்டு களில், எத்தனை சூரியப்புள்ளிகள் காணப்பட்டன என்று 72-ஆம்



படம் : 72. கடந்த 200 ஆண்டுகளில் சூரியப் புள்ளிகளின் எண்ணிக்கையில் அவ்வப்போது ஏற்பட்ட மாறுதல்கள். (ஸூரிச் வானியல் ஆராய்ச்சிக் கூடம் தயாரித்தது).

கீழே உள்ளவை — வருடங்கள்
கீழிருந்து மேலே உள்ளவை — சூரியப் புள்ளிகளின் எண்ணிக்கைகள்.

படம் காட்டுகிறது. 1958-ஆம் ஆண்டில் அவை மிகவும் அதிகமாக இருந்தன. இப்போது குறைந்துவருகின்றன. இப்படி ஒரு கால அளவில் சூரியப் புள்ளிகள் குறைவதும், பெருகுவதும் ஏன்? நம் முடைய கண்ணுக்குத் தெரியும் சூரியனுடைய மேற்பரப்புக்குக் கீழே நிகழும் இயக்கங்கள் இதற்குக் காரணமாக இருக்கலாம். அந்த இயக்கங்கள் என்ன, எப்படித் தோன்றுகின்றன என்பது யாருக்கும் தெரியவில்லை. சூரியப்புள்ளிகள் தோன்றும்போது, தோன்றும் வாயுக் கக்கலும் பீறல்களும், இதே மாதிரி ஒரு கால ஒழுங்குக்கு உட்பட்டே தோன்றுகின்றன.

ஜார்ஜ் ஈ. ஹேல் என்னும் அமெரிக்க வானியலறிஞர், ஐம்பது ஆண்டுகளுக்கு முன், சூரியப் புள்ளிகளைப்பற்றி ஒரு முக்கியமான செய்தியைக் கண்டுபிடித்தார். சூரியப் புள்ளிகளிலிருந்து வரும் ஒளியை ஆராய்ந்தபொழுது, அப் பகுதிகளில் வலுவான காந்தப் பரப்பு இருப்பது அவருக்குத் தெரிந்தது. ஸ்ப்பெக்ட்டிரோக்ராஃப் என்ற சாதனத்தில் சூரிய ஒளியைப் பாய்ச்சினுல், அந்த ஒளி வான வில்லில் காணும் நிறங்கள் கொண்ட பட்டையாகப் பிரிகிறது. அந்தப் பட்டையில் குறுக்கே மெல்லிய கறுப்புக் கோடுகள் பல தெரிகின்றன. இந்தக் கோடுகளுக்கு ஃப்ரௌன்ஹோஃபர் கோடுகள் என்று பெயர். (இதைக் கண்டுபிடித்தவரின் பெயரே இது). சூரியனின் வாயுமண்டலத்தில் உள்ள ரசாயனத் தனிமங்கள் வெவ்வேறு அலை நீளங்களைக் கிரகித்துக்கொண்டுவிடுவதால், இந்தக் கோடுகள் தோன்றுகின்றன. இந்தக் கோடுகளை ஆராய்ந்தால், சூரியனிலும் வேறு பல நட்சத்திரங்களிலும் உள்ள ரசாயனங்களைப்பற்றி மிக அரிய செய்திகள் கிடைக்கின்றன. 1896-ஆம் ஆண்டில், பீட்டர் ஸீமன் என்ற டச்சு பௌதிக விஞ்ஞானி ஒரு பரிசோதனையைச் செய்து காண்பித்தார். பூமி விளக்கு ஒன்றை (ஒரு வாயுவிளக்குச் சுடர் என்று வைத்துக்கொள்வோம்) ஒரு காந்தத்தின் இரு துருவங்களுக்கும் இடையே வைத்தால், ஒவ்வொரு கோடும் பலபல நெருங்கிய பகுதிகளாகப் பிரியும். இந்தப் பகுதிகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம், காந்தப் பரப்பின் வலுவுக்கு ஏற்ப, மாறுபடும். தொலை தூரத்திலிருந்துவரும் ஒளியை முப்பட்டைக் கண்ணுடியில் சிதறச் செய்து, ஸீமன் பரிசோதனைக்கு உட்படுத்தினுல், ஒளி பிறந்த இடத்தில் உள்ள காந்தப் பரப்பைக் கண்டுபிடித்து அளக்க முடியும். சூரியப் புள்ளிகளிலிருந்து வரும் ஒளியை ஹேல் என்னும் வானஇயல் நிபுணர் ஸீமன் முறையில் சோதனை செய்து பார்த்தார். கறுப்புக்கோடுகள் (ஃபிரௌன்ஹோஃபர் கோடுகள்) ஸீமன் சொல்லியது போல பிரிந்துவிட்டன. எனவே, பூமியில் இருப்பதை விடப் பல்லாயிர மடங்கு பலமான காந்தப்பரப்புகள் சூரியனில் இருக்கும் என்று ஹேல் கண்டார்.

சூரியனின் மேற்பரப்பில் வெப்பமோ ஏராளம். அதனுல், சூரியனின் வாயுமண்டலத்தில் உள்ள அணுக்கள் நேர் மின்சக்தியும் எதிர் மின்சக்தியும் உள்ள துகள்களாகப் பிரிந்துவிடும். இதோடு காந்தப் பரப்புக்களும் சேர்ந்துகொள்வதால், சூரியப் புள்ளிகளில் உள்ள வாயுப் பொருள்கள் ஆவேச நடனமாக ஆடிக்குதிக்கும். மின்சக்தி கொண்ட துகள்கள் காந்தப் பரப்பின் ஊடே சென்ருல், காந்தம் செல்லும் பாதைகளைச் சுற்றி வளைந்து சுழலும். ஒரு வாயுவில் ஓடும் மின்சக்திக்கு ஏற்ப வும், வாயு நகரும்போதும், காந்தம் செல்லும் பாதை வளைந்து முறுக்கிக்கொள்ளும். இதனுல் சூரியப்

புள்ளிகளில் காணும் உஷ்ணமான வாயுச்சுழலில், மின்காந்த சக்திகளும், திரவ ஒட்ட சக்திகளும், ஓயாமல் இயங்கிக்கொண்டே இருக்கும். இதனால், இந்த நிகழ்ச்சிகளைப் புரிந்துகொள்வதே சிக்கலாகிவிடுகிறது. சூரியனின்மீது சுழலும் உஷ்ண வாயு ஓட்டங்களின் புகைப்படங்களைப் பார்த்தால், சுழலை உருவாக்கும் சக்திகளால் தோன்றிய காந்தப்பாதையிலேயே வாயுக்கள் செல்கின்றன என்பது தெரிகிறது. இதெல்லாம் எப்படி ஏற்படுகிறது, ஏன் ஏற்படுகிறது என்றெல்லாம் நிச்சயமாக ஒன்றும் சொல்லமுடியவில்லை.

ஒன்றே ஒன்று மட்டும் நிச்சயம். சூரியப் புள்ளிகளாலும் அவற்றோடு கிளம்பும் வாயுப் பீறலாலும், தீவிரமான மின்காந்த இயக்கம் ஏற்படுகிறது. இந்த இயக்கத்தை கிரகங்களுக்கு இடையே உள்ள வெளிகளில்கூட காணமுடியும். அவ்வளவு சூரியகாந்தம் பரவுகிறது. இரண்டாவது உலகப்போர் நடந்தபோது, ராணுவக் காரியங்களுக்காக கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ரேடார் சாதனம் பல விஞ்ஞான சாதனைகளைப் புரிந்தது. அவற்றில் முக்கியமானது, 'சூரிய ஓசை'களை அது கண்டுபிடித்ததுதான். சூரியனின் மேற்பரப்பிலிருந்து வரும் 'ரேடியோச் சிற்றலை'கள்தான் 'சூரிய ஓசைகள்'. சூரியனின் மேற்பரப்பில் வாயு இயக்கம் கடுமையானால், இந்த சூரிய ஓசைகளும் அதிகமாகி, வெகுதூரம் அண்டவெளியில் கேட்கும். ரேடியோ டெலிஸ்கோப்புக்கள் இந்த ஓசைகளை உடனே பிடித்துவிடுகின்றன. உடனே என்றால், எட்டு நிமிடம் கழித்து என்று அர்த்தம். ஏனெனில், மின்காந்த அலைகளும், ஒளி அலைகளும் சூரியனிலிருந்து பூமிக்கு வர, எட்டு நிமிஷம் பிடிக்கும்.

ஆனால், இதுவரை சொன்னது கதையின் ஒரு பகுதிதான். சூரியனில் மேற்பரப்பில் உள்ள பொருள்களின் பெரும்பாலானது ஹைட்ரஜன். அதன் அணுக்கள் புரோட்டான்களாகவும், எலெக்ட்டிரான்களாகவும் சிதைகின்றன. அணுவைச் சிதைக்கும் இயந்திரங்களில் நடப்பதுபோல, சூரிய ஹைட்ரஜனின் புரோட்டான் எலெக்ட்டிரான் துகள்கள், காந்தப் பரப்பு மாறுவதால், வேகமாக அண்டவெளியில் பாய்கின்றன, மனிதர்கள் உருவாக்கிய அணுச் சிதைவு இயந்திரங்களை, திட்டமாக இன்னின்ன துகள்களை இப்படி இப்படிப் பாய்ச்ச வேண்டுமென்று கணக்குப் போட்டு அமைத்து, இஷ்டப்படி இயக்குகிறார்கள். ஆனால், சூரியனின் அணுச்சிதைவுத் துகள்கள் அப்படிக் கட்டுப்படுவதில்லை, ஏன் என்று யாராலும் இதுவரை கண்டுபிடிக்கவும் முடியவில்லை. சூரியனின் புரோட்டான்களும், எலெக்ட்டிரான்களும், அண்டவெளியில் அதிவேகமாகப் பாய்ந்துகொண்டிருக்கின்றன என்பது மட்டும் உண்மை. சூரியப் புள்ளிகள் அதிகமாக இருக்கும் சமயங்களில், இந்தத் துகள்கள் பூமிக்குக் கொண்டுவரும் சக்தியானது, மொத்தம் நமக்கு வரும்

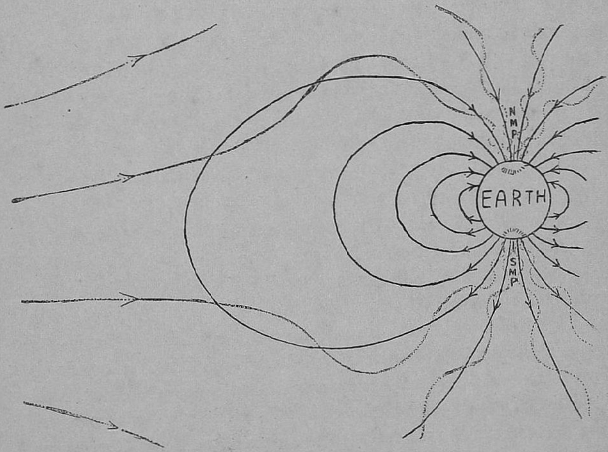
சூரிய ஒளியின் சக்தியில் பத்தில் ஒரு பங்காக இருக்கும். சூரியனிடமிருந்து பூமிக்கு வரும் புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை ஏராளம். பூமியின் வரலாற்றில் இதுவரை சூரியனிடமிருந்து பூமிக்கு வந்துள்ள புரோட்டான்கள் அனைத்தும் பூமியில் உண்டாகும் ஆக்ஸிஜனோடு சேர்ந்துகொண்டால், அதனால் உண்டாகும் நீர், நம் உலகக் கடல்களின் மட்டத்தை இன்னும் 50 அடிக்கு உயர்த்திவிடும்.

சூரியனின் மேற்பரப்பிலிருந்து மிகக் கடுமையான வாயுப் பீறல் கிளம்பி, உயரமாக எழும்பொழுது, மிகவும் சக்திகொண்ட புரோட்டான்களும், எலெக்ட்டிரான்களும் ஒரே பிரவாகமாகப் பூமியை நோக்கிப் பாய்கின்றன. அதிவேகமான துகள்கள், சில மணி நேரத்திலேயே பூமிக்கு வந்துவிடும். தாமதமான துகள் வந்து சேர, ஓரிரண்டு நாட்களாகும். சூரியப் புள்ளியில் வலுவான காந்தப் பரப்பில் உண்டான இந்தத் துகள்கள் பூமியின் காந்தப் பரப்புக்கு ஈடுகொடுக்க வேண்டியிருக்கிறது. பூமியின் காந்தப் பரப்பில் உள்ள சக்திகள் அன்டார்க்டிக்கில் உள்ள தென் காந்தத் துருவத்திலிருந்து பிரிந்து, பூமியின் உடலைச் சுற்றி வளைந்து, வடக்குக் கானடாவில் பூத்தியா தீபகற்பத்தில் உள்ள வட காந்த துருவத்தில் வந்து, ஒன்று சேருகின்றன. மின்காந்தம் ஏறிய துகள்கள், காந்தப் பரப்பினூடே செல்லும்பொழுது, காந்தச் சக்திகள் செல்லும் வழியோடு சுழன்று செல்லும் என நாம் முன்பே கூறியிருக்கிறோம்.

73-ஆம் படத்தைப் பார்த்தால் புரியும். சூரியனிலிருந்து புறப்பட்ட துகள்கள், சேராமல் தனியாக வருகின்றன. ஆனால், பூமிக்கு அருகே அவை வந்ததும், பூமியின் காந்தப் பரப்பால் வட-தென் துருவங்களை நோக்கி, வளைத்து இழுக்கப்பட்டு, ஆர்க்ட்டிக்கு-அன்டார்க்ட்டிக்குப் பகுதியில் உள்ள வாயுமண்டலங்களில் நுழைகின்றன. அவற்றில் மிகவும் வேகம்கொண்ட துகள்கள் அயனி மண்டலத்தில் அடிப்பாகம்வரை ஊடுருவி, ஏற்கெனவே சூரியனின் அல்ட்டிராவயலெட்டுக் கதிர்களால் அயனியேறிய காற்றை இன்னும் அதிக அயனிகள் உள்ளதாகச் செய்கின்றன. அதனால் இங்குள்ள காற்றுக்கு மின்னைக் கடத்தும் ஆற்றல் அதிகமாகிறது. எனவே, பூமியிலிருந்து ரேடியோ அலைகள் வரும்பொழுது, அவற்றைப் பிரதிபலிக்காமல், இந்தக் காற்று கிரகித்துக்கொண்டுவிடுகிறது. இதனால்தான் “ரேடியோ ப்ளாக்கு ஔட்டு” நிகழ்கிறது. ரேடியோ நிலையங்களிலிருந்து கிளம்பும் மின்காந்த அலைகளை அயனிமண்டல அடுக்குகள் உள்ளே வாங்கிக்கொண்டு, பூமியைநோக்கி அவற்றைப் பிரதிபலிக்காமல் இருந்துவிடும். இதனால் தொலை தூரங்களுக்கான ரேடியோச் செய்திப் போக்குவரத்து தடைப்பட்டு, நின்றே போய்விடும். சில மணி நேரமோ, சில நாட்கள்வரையிலோ

இந்த நிலைமை நீடிக்கலாம். அயனி மண்டலம் பழைய நிலைக்கு வந்த பிறகு தான் ரேடியோ செய்திப் போக்குவரத்தை மீண்டும் தொடங்க முடியும்.

அயனி மண்டலத்தின் மின்சார நிலைமையில் இப்படி மாறுதல் ஏற்படும்போது, ஆற்றல் மிகுந்த மின்சார சக்தி அதனூடே பாயத் தொடங்கும். அதனால், காந்தப் பரப்பு ஒன்று உண்டாகும்.



படம்: 73. சூரியனிடமிருந்து வரும் மின்-ஏற்றம் கொண்ட துகள்கள் பூமியின் காந்தப் படலத்தில் சஞ்சரிக்கும் விதம்.

கறுப்புக் கோடுகள் — பூமியின் காந்தப் படலம்
புள்ளிக் கோடுகள் — மின்-ஏற்றத் துகள்கள் செல்லும் போக்குகள்
Earth — பூமி
NMP — வடக்கு காந்தத் துருவம்
SMP — தெற்கு காந்தத் துருவம்.

இந்தக் காந்தப் பரப்பு, பூமிக்குச் சொந்தமான காந்தப் பரப்பை (இது பூமியின் உருகிய உட்புறக் குழம்பில் உற்பத்தியாகும் மின் சாரத்தால் உண்டானது) கலக்கும். இப்படிப்பட்ட சமயங்களில் திசைகாட்டும் கருவிகள் ஒரு திசையென்று காட்டாமல், தாறு மாருக, வெவ்வேறு திசைகளை நிமிஷத்திற்கு நிமிஷம் மாறிக் காட்டும். இந்தக் கோளாறுக்கு காந்தப்புயல் என்று பெயர்.

துருவ ஒளிகள், அல்லது 'ஆரோரா போரியாலிஸ்' என்பவை கண்ணைக் கவரும் ஒளி-ஜாலங்கள். சூரியனிலிருந்து வரும் மின் சக்தி கொண்ட துகள்களால்தான் இந்த வர்ண ஒளிஜாலம் உண் டாகிறது. ஒரு சாதாரண நியான் விளம்பர விளக்குக் குழாயின்

மூலம் செல்லும் எலெக்ட்டிரான்கள், குழாயின் உள்ளே இருக்கும் சன்னமான மெலிந்த வாயுவின் அணுக்களை ஒளிரச் செய்கின்றன. அதேபோல, சூரியனிடமிருந்து வரும் மின்துகள்கள் அயனிமண்டலத்தின் சன்னமான மெலிந்த காற்றின் ஊடாகச் செல்லும்போது அந்தக் காற்று ஒளி வீசுகிறது. அப்போது வானில், நம் தலைக்கு மேலே, வெளிச்சம் பச்சையும் சிவப்புமாக, நீண்ட திரைகளைப் போல் தொங்கும். மின்துகள்களின் இயக்கத்திற்கும், அயனிமண்டலக் காற்றின் அசைவிற்கும் ஏற்ப, அந்த ஒளித்திரள்கள் அசைந்து ஆடும். இந்த ஒளிகளை ஸ்பெக்ட்டிராஸ்கோப்பின்மூலம் ஆராய்ந்ததில், நைட்டிரஜன், ஆக்ஸிஜன், ஹைட்ரஜன் ஆகிய மூன்று தனிமங்கள் அவற்றில் இருப்பதாகத் தெரிந்தது. நைட்டிரஜனும் ஆக்ஸிஜனும் காற்றில் முக்கியமாக உள்ள பொருள்களாகும். ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் சூரியனிடமிருந்து வந்த புரோட்டான்களிலிருந்து உண்டாகியிருக்கும்.

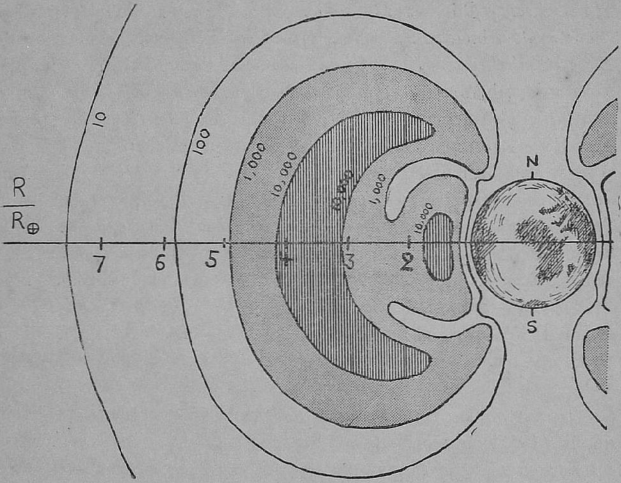
சூரியப் புள்ளிகளின் எண்ணிக்கை $11\frac{1}{2}$ ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறை பெருகவும், குறையவும் செய்கின்றன என்று சொன்னோம். இவ்வகையான நிகழ்ச்சியின் காரணம் மட்டும் இன்னும் விளங்கியபாடில்லை. சூரிய இயக்கத்தை நம்பியிருக்கும் பூமி நிகழ்ச்சிகளிலும் இந்தக் கால ஒழுங்கைக் காணமுடியும். சூரியப் புள்ளிகள் அதிகமானால், காந்தப் புயல்களும், ரேடியோ செய்திப் போக்குவரத்துக் கோளாறுகளும், துருவ ஒளி ஜாலமும் அதிகமாகும். கானடாவின் வடக்கே, பனிப் பிரதேசங்களில் 'வெள்ளி நரி' என்ற நரிகளை வேட்டையாடி, அதன் உரோமத் தோலை வேடர்கள் கொணர்ந்து ஹட்ஸன் பே கம்பெனி என்ற ஸ்தாபனத்திடம் விற்பது வழக்கம். சூரியப்புள்ளிகள் அதிகமாகும் காலங்களில் இந்த வேட்டைக்காரர்கள் ஏராளமாக 'வெள்ளி நரி'த் தோல்களை விற்கக் கொண்டு வருவார்கள். சூரியப்புள்ளிக்கும் இந்தப் பெருக்கத்திற்கும் என்ன தொடர்பு ? துருவப் பிரதேசங்களில் இரவு வேளை மிகவும் நீண்டிருக்கும். வேட்டை கடினம். ஆனால், சூரியப் புள்ளிகள் தோன்றும் போது, துருவ ஒளிகளும் தோன்றுவதால், இரவு நல்ல வெளிச்சமாக இருக்கும். வேட்டை நன்றாக நடக்கும். தோலும் அதிகமாகக் கிடைக்கும். இப்படியாக, சூரியப் புள்ளிகளின் பெருக்கத்தாலோ, குறைவாலோ வலசைப்போகும் பறவைகளின் வசந்தகால யாத்திரை, ஸ்டாக்கு மார்க்கெட்டு, சமூகப் புரட்சிகள்—இவைகூடப் பாதிக்கப்படும் என்று தெரிகிறது. இப்படி ஒரு தொடர்பைக் காண்பவர்களும் இருக்கிறார்கள்.

காந்த மண்டலம் (ஒரு புதிய மண்டலம்)

மனிதன் விடும் செயற்கைக் கோள்கள் பூமிக்கு மேல் பல நூறு மைலோ, அல்லது சில ஆயிரம் மைலோ உயரத்தில் பறக்கின்றன.

அந்த உயரத்தில் காற்றே கிடையாது. 'சூனிய வெளி' என்றே அதைச் சொல்லலாம். ஆனால், பூமியின் சக்தி இந்த உயரங்களில் அற்றுவிடும் என்று அர்த்தமில்லை. உண்மையில், பூமியானது தன்னைச் சூழ்ந்துள்ள இந்தச் சூனியவெளியை தன் காந்தப் பரப்பின் மூலம் ஆள்கிறது என்று அண்மையில் கண்டிருக்கிறார்கள். பூமியின் வாயுமண்டலத்திற்கு அப்பாலும், வெகுதூரத்திற்கு, இந்தக் காந்தப்படலம் பரந்திருக்கிறது. பூமியைச் சூழ்ந்துள்ள வெளியில் எத்தனையோ ஆயிரம் மைல் உயரத்திற்கு, ராக்கெட்டுகள் சென்றுள்ளன. அந்த ராக்கெட்டுகளில் உள்ள மின்துகள் அளக்கும் கருவிகள் அங்குள்ள காந்த சக்தியை நமக்கு அளந்து சொல்லியிருக்கின்றன. இந்தப் பரிசோதனையை நடத்தியவர்கள் சில அமெரிக்க விஞ்ஞானிகள். அவர்களுக்குத் தலைமை தாங்கியவர் அயோவாப் பல்கலைக் கழகத்தைச் சேர்ந்த பேராசிரியர் ஜேம்ஸ் வான் ஆலென்.

பல அதிசயமான தகவல்கள், 'பயனீர்' என்ற ராக்கெட்டின் மூலம் (1958, டிசம்பர் 6-ல்) கிடைத்தன. அந்த ராக்கெட்டைச் சந்திரனுக்கு அனுப்பினார்கள். ஆனால், சந்திரனுக்குப் போகாமல், அது 65 ஆயிரம் மைல் உயரம்தான் (பூமியின் ஆரத்தைப்போல் 16 மடங்கு தூரம்) போயிற்று. அண்டவெளித் துகள்களை அளக்கும் கருவிகள் அதில் இருந்தன. மேலே போகும்போதும், கீழே வரும் போதும், அந்த ராக்கெட்டானது மிகவும் சக்தியுள்ள கதிரியக்கம் நிறைந்த இரண்டு மண்டலங்களின் ஊடாகச் சென்றது என்று கருவிகள் அனுப்பிய செய்திகள்மூலம் தெரிந்தது. இது யாருமே எதிர்பாராத செய்தி. பூமிக்கு இரண்டாயிரம் மைல் உயரத்தில் (பூமியின் ஆரத்தில் பாதியளவு) கதிரியக்கம் அதிகமாக இருந்தது. பின்பு, பத்தாயிரம் மைல் உயரத்தில் (பூமியின் ஆரத்தைப்போல் $2\frac{1}{2}$ மடங்கு) கதிரியக்கம் இன்னும் தீவிரமாக இருந்தது. மணிக்கு நூறு ரென்ட்ஜென் (இதை ரன்ட்டியன் என்றும் உச்சரிக்கிறார்கள்) அளவுக்கு இந்தப் பகுதிகளில் கதிரியக்கம் நிலவும் என்று தெரிகிறது. சக்திவாய்ந்த கதிர்வீச்சை அளக்க, "ரென்ட்ஜென்" (ரன்ட்டியன்) என்ற அளவைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். ஒரு மனிதனின் உடலில் 800 ரன்ட்டியன் புகுந்தால், அவன் செத்துவிடுவான். அதைவிடக் குறைந்த அளவு புகுந்தால், இனம் பெருக்கும் உறுப்புக்கள் குலைந்துவிடும்; அல்லது பிறக்கும் குழந்தைகள் ஊனமும் விபரீதமுமாகப் பிறக்கும். அவனுடைய குழந்தைகள் மட்டுமல்ல, அந்தக் குழந்தைகளின் குழந்தைகளும், இந்தக் கஷ்டங்களுக்கு உள்ளாவார்கள். பூமியைச் சூழ்ந்துள்ள வெளியில் இப்படி அபாயகரமான கதிரியக்கம் நிலவுகிறது என்றால், சந்திரனுக்கும் மற்ற கிரகங்களுக்கும் யாத்திரை செய்யத் துடிக்கும் விண்வெளி யாத்திரி



படம்: 74. வான் ஆலென் கதிர்வீச்சுப் படலங்கள். பூமியின் ஆரத்தை அளவாகக் கொண்டு தூரங்கள் தரப்பட்டுள்ளன. கதிர் வீச்சின் அளவை இந்த எண்கள் சுமார் மதிப்பாகவே கூறுகின்றன. (1962-ல் நடந்த ஆராய்ச்சிகள் இந்தக் கணக்குகளைச் சிறிது மாற்றியிருக்கின்றன).

7, 6, 5, 4, 3, 2 என்பவை — பூமியின் ஆரத்தைப்போல எத்தனை மடங்கு என்று காட்டும் எண்கள்.

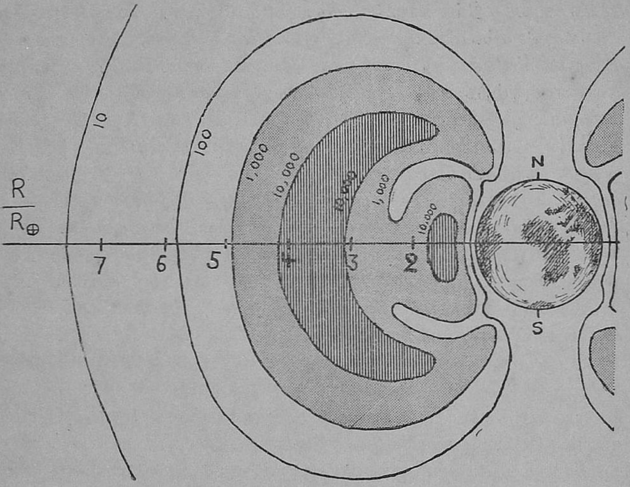
10, 100, 1000 முதலியவை கதிர்வீச்சின் அளவைக் குறிக்கும் எண்கள்.

கர்கள் என்ன கஷ்டங்களுக்கு உள்ளாவார்களோ என்று தயங்கத் தான் தோன்றுகிறது.

விஞ்ஞான நோக்கில் மட்டும் பார்த்தால், பூமிக்கும் சூரியனுக்கும் உள்ள மின்காந்தத் தொடர்பை அறிந்துகொள்ள, இந்த வான் ஆலென் கதிரியக்க மண்டலங்கள் மிகவும் உதவியாக இருக்கும். சூரியப் புள்ளிகளிலிருந்து கிளம்பும் சக்தி மிக்க புரோட்டான்களும், எலெக்ட்டிரான்களும், பூமிக்கு வரும்போது பூமியின் காந்தப் பரப்பால் துருவங்களை நோக்கி வளைந்து, ஆர்க்ட்டிக்கு அன்டார்க்ட்டிக்குப் பிரதேசங்களுக்குமேல் வாயுமண்டலத்தில் நுழைகின்றன என்று முன்னமே சொன்னோம். இந்த மின்துகள்களை வளைப்பதோடு, பூமியின் காந்தப்பரப்பு, அவற்றை வாயு மண்டலத்தின் வெளி எல்லைகளில் சிறிது காலம் பிடித்து வைத்திருக்கும் என்றும், இப்பொழுது தெரிகிறது. இதைப் புரியவைக்க

சிக்கலான கணக்குகளைப் போட்டுக் கூட்டவேண்டும். சூரியனிடமிருந்து வரும் மின்துகள்களின் பாதையானது சீசாவின் கார்க் திறக்கும் சுருள் கம்பியைப் போன்றது. காந்த சக்திகள் நெருங்கி வரும் இடங்களில், இந்தத் துகள்கள், காந்தமுள்ள இரண்டு இடங்களுக்கு இடையே முன்னும் பின்னும் இழுபட்டு, ஊசலாடும். அதே சமயம், மின்துகள்கள் செல்லும் பாதையிலும் ஒரு சிறு மாற்றம் உண்டாகும். அதாவது, புரோட்டான் துகள்கள் மேற்காகவும், எலெக்ட்டிரான் துகள்கள் கிழக்காகவும், பூமியைச் சுற்றிப் பிரியத் தொடங்கும். இதனல் 'ரொட்டிக் கேக்' வடிவத்தில் (வடை) கதிர் வீச்சுப் படலங்கள் பூமியைச் சுற்றி ஏற்படும். 74-ஆம் படம் இந்தக் கதிரியக்கப் படலங்களை (இரண்டு படலங்கள் இருப்பதன் காரணம் இன்னும் தெரியவில்லை) காட்டுகிறது. இந்தப் படலங்களில் கதிரியக்கம் அதிகமாக உள்ள வெளிப்படலத்தின் இரு முனைகளும், துருவப் பிரதேசங்களுக்குமேல், பூமியின் மேற்பரப்புக்கு அருகே வருகின்றன. அந்த இடங்களில்தான் துருவ ஒளிகள் வழக்கமாகக் காணப்படுகின்றன. வான்ஆலென் மண்டலத்தில் சிக்கிய சில மின் துகள்கள் இந்த முனைகளின் வழியே தப்பி, வெளியே ஓடி அயனி மண்டலத்தில் புகுந்து, அதனல் துருவ ஒளி-ஜாலங்களைத்தோற்றுவிக்கின்றனவோ என்னவோ?

அண்மையில், பல புதுமைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதன் பயனக, பூமியைச் சூழ்ந்துள்ள வெளியைப்பற்றி, தெளிவான பல செய்திகள் நமக்குக் கிடைத்து வருகின்றன. ஆனல், நல்ல, பூரணமான அறிவைப் பெற, இன்னும் எத்தனையோ ஆராய்ச்சிகளைச் செய்தாகவேண்டும்.



படம்: 74. வான் ஆலென் கதிர்வீச்சுப் படலங்கள். பூமியின் ஆரத்தை அளவாகக் கொண்டு தூரங்கள் தரப்பட்டுள்ளன. கதிர் வீச்சின் அளவை இந்த எண்கள் சுமார் மதிப்பாகவே கூறுகின்றன. (1962-ல் நடந்த ஆராய்ச்சிகள் இந்தக் கணக்குகளைச் சிறிது மாற்றியிருக்கின்றன).

7, 6, 5, 4, 3, 2 என்பவை — பூமியின் ஆரத்தைப்போல எத்தனை மடங்கு என்று காட்டும் எண்கள்.

10, 100, 1000 முதலியவை கதிர்வீச்சின் அளவைக் குறிக்கும் எண்கள்.

கர்கள் என்ன கஷ்டங்களுக்கு உள்ளாவார்களோ என்று தயங்கத் தான் தோன்றுகிறது.

விஞ்ஞான நோக்கில் மட்டும் பார்த்தால், பூமிக்கும் சூரியனுக்கும் உள்ள மின்காந்தத் தொடர்பை அறிந்துகொள்ள, இந்த வான் ஆலென் கதிரியக்க மண்டலங்கள் மிகவும் உதவியாக இருக்கும். சூரியப் புள்ளிகளிலிருந்து கிளம்பும் சக்தி மிக்க புரோட்டான்களும், எலெக்ட்டிரான்களும், பூமிக்கு வரும்போது பூமியின் காந்தப் பரப்பால் துருவங்களை நோக்கி வளைந்து, ஆர்க்ட்டிக்கு அன்டார்க்ட்டிக்குப் பிரதேசங்களுக்குமேல் வாயுமண்டலத்தில் நுழைகின்றன என்று முன்னமே சொன்னோம். இந்த மின்துகள்களை வளைப்பதோடு, பூமியின் காந்தப்பரப்பு, அவற்றை வாயு மண்டலத்தின் வெளி எல்லைகளில் சிறிது காலம் பிடித்து வைத்திருக்கும் என்றும், இப்பொழுது தெரிகிறது. இதைப் புரியவைக்க

சிக்கலான கணக்குகளைப் போட்டுக் கூட்டவேண்டும். சூரியனிடமிருந்து வரும் மின்துகள்களின் பாதையானது சீசாவின் கார்க் திறக்கும் சுருள் கம்பியைப் போன்றது. காந்த சக்திகள் நெருங்கி வரும் இடங்களில், இந்தத் துகள்கள், காந்தமுள்ள இரண்டு இடங்களுக்கு இடையே முன்னும் பின்னும் இழுபட்டு, ஊசலாடும். அதே சமயம், மின்துகள்கள் செல்லும் பாதையிலும் ஒரு சிறு மாற்றம் உண்டாகும். அதாவது, புரோட்டான் துகள்கள் மேற்காகவும், எலெக்ட்டிரான் துகள்கள் கிழக்காகவும், பூமியைச் சுற்றிப் பிரியத் தொடங்கும். இதனுல் 'ரொட்டிக் கேக்' வடிவத்தில் (வடை) கதிர் வீச்சுப் படலங்கள் பூமியைச் சுற்றி ஏற்படும். 74-ஆம் படம் இந்தக் கதிரியக்கப் படலங்களை (இரண்டு படலங்கள் இருப்பதன் காரணம் இன்னும் தெரியவில்லை) காட்டுகிறது. இந்தப் படலங்களில் கதிரியக்கம் அதிகமாக உள்ள வெளிப்படலத்தின் இரு முனைகளும், துருவப் பிரதேசங்களுக்குமேல், பூமியின் மேற்பரப்புக்கு அருகே வருகின்றன. அந்த இடங்களில்தான் துருவ ஒளிகள் வழக்கமாகக் காணப்படுகின்றன. வான்ஆலென் மண்டலத்தில் சிக்கிய சில மின்துகள்கள் இந்த முனைகளின் வழியே தப்பி, வெளியே ஓடி அயனி மண்டலத்தில் புகுந்து, அதனுல் துருவ ஒளி-ஜாலங்களைத்தோற்றுவிக்கின்றனவோ என்னவோ?

அண்மையில், பல புதுமைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதன் பயனுக, பூமியைச் சூழ்ந்துள்ள வெளியைப்பற்றி, தெளிவான பல செய்திகள் நமக்குக் கிடைத்து வருகின்றன. ஆனுல், நல்ல, பூரணமான அறிவைப் பெற, இன்னும் எத்தனையோ ஆராய்ச்சிகளைச் செய்தாகவேண்டும்.

8

உயிர்த்தன்மையும் உற்பத்தியும்

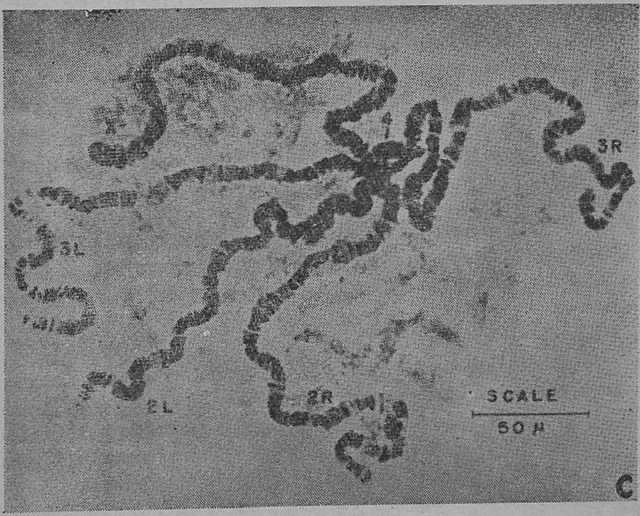
உயிரைப்பற்றிய அடிப்படை உண்மைகள்

மனிதர்கள், பூனைகள், பறவைகள், காண்டாமிருகங்கள், ரோஜாச் செடிகள், பனைமரங்கள் எல்லாம் உட்பட ஒவ்வொரு உயிர்ப் பொருளும் கோடிக்கணக்கான உயிருள்ள ஸெல்களின் ஒழுங்குபட்ட ஒரு சமூகமே. மனித சமூகத்தில் விவசாயிகள், பாடகர்கள், போலீஸ்காரர்கள், தச்சர்கள், விஞ்ஞானிகள் முதலிய பற்பல தொழிலாளிகள் இருப்பதுபோல, உயிருள்ள ஸெல்களின் சமூகத்திலும், பற்பல பிரத்தியேகத் தொழில் செய்யும் ஸெல்கள் உள்ளன. பிராணிகளின் குடற்சுவரிலுள்ள ஸெல்கள் ஜீரண ஸெல்கள். தசையிலுள்ள ஸெல்கள் அசைவுக்கான ஸெல்கள். நரம்பிலுள்ள ஸெல்கள் உணர்வை அறிவிக்கும் ஸெல்கள். தாவர வேரிலுள்ள ஸெல்கள் மண்ணிலிருந்து நீரையும் உப்புச் சத்துக்களையும் உறிஞ்சும் ஸெல்கள். பசும் இலையின் ஸெல்கள் காற்றிலிருந்து கார்பன்-டை ஆக்ஸைடைக்கூட கிரகிக்கின்றன. இவைகளுக்கு எல்லாம் மேலாக, இனப்பெருக்கம் செய்யும் ஸெல்களும் உள்ளன.

குறிப்பிட்ட சிறந்த அலுவல் எதையுமே செய்யாத ஸெல் சமூகங்களும் உள்ளன. உதாரணம்: பவழம், கடற்பஞ்சு. இவற்றைத் தவிர தனிமையை விரும்பும் துறவி ஸெல்களும் உள்ளன. உதாரணம் : அமீபா, பாசி, பாக்ட்டீரியா வகைகள்.

ஒழுங்குக்கு உட்பட்ட சமூகத்தை சேர்ந்த ஸெல்லுக்கும், தனிமையில் இயங்கும் ஸெல்லுக்கும் அடிப்படைக் குணங்கள் ஒன்றே. ஸெல் ஒரு துளி பிசினைப்போன்ற ஒரு பொருள். அதற்கு ஸைட்டோப்பிளாஸம் என்பது பெயர். ஸைட்டோப்பிளாஸத்திற்குள் நுண்ணிய ஸெல்லின் நியூக்கிலியஸ் இருக்கிறது.

உயிர் உறுப்புக்குத் தேவையான ரசாயனப் பொருள்களைத் தயாரிக்கும் ஓர் உற்பத்திசாலைக்கு ஸெல்லை ஒப்பிடலாம். என்ன என்ன பொருள்களை உற்பத்திசெய்யவேண்டும், அவற்றை எப்படிச் செய்யவேண்டும் என்று மானேஜரின் அலுவலகம் ஸெல்லின் மூலம் தான் உத்தரவு கொடுக்கிறது. ஸெல்லின் நியூக்கிலியஸ்ஸில் குரோமோஸோம் என்ற நீண்ட இழைகள் உள்ளன. இவற்றில் தான் உற்பத்தித் திட்டங்கள் உருவாகின்றன. ஸெல் இரண்டாக விள்ளத் தயாராகும்பொழுது, ஒவ்வொரு குரோமோஸோமும்



படம்: 75. டிரோஸோஃபீலா மிலனோகாஸ்டர் என்னும் பெண் புழுவை நுட்ப ஆடி மூலம் எடுத்த புகைப்படம். X — X குரோமோஸோம்கள் நெருங்கி இருக்கும் தோற்றம்.

2L — 2R — இரண்டாவது குரோமோஸோம்களின் இடது வலது அங்கங்கள்.

3L — 3R — மூன்றாவது குரோமோஸோம்கள்.

4 — நான்காவது குரோமோஸோம்கள்.

(From Drosophila Guide, by M. Demerec and B. P. Kaufmann)

இரண்டு இழைகளாக நெடுக்குவாட்டத்தில் பிரிகிறது. பிரிந்த இழைகள் பக்கத்துக்கு ஒன்றாக ஒதுக்கப்படுகின்றன. அவ்விரண்

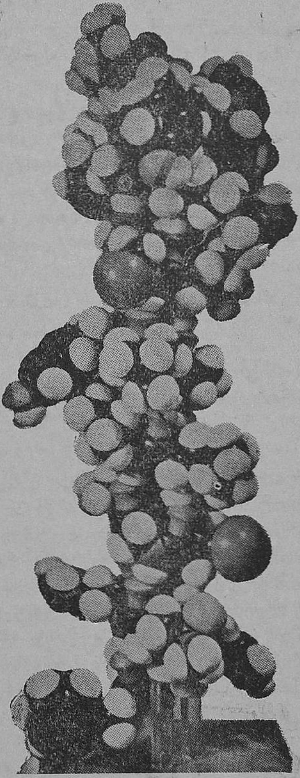
டிற்கும் நடுவில் ஒரு சுவர் வளர்கிறது. தாய் ஸெல் தனித்தனியான இரண்டு குழந்தை ஸெல்களாகப் பிரிந்துவிடுகிறது. குழந்தை ஸெல்லின் தன்மைகள் தாய் ஸெல்லின் தன்மைகளைப் போன்றவையே.

ஸெல்லின் ஸைட்டோப்பிளாஸத்தில் உற்பத்திக்குத் தேவையான கருவிகள் உள்ளன. தொழிலாளரும் உள்ளனர். மானேஜரின் அலுவலகத்திலிருந்து வரும் உத்தரவுகளை நிறைவேற்றுவது இவர்களுடைய கடமை. உறுப்பு உயிருடன் இருக்கவும், வளரவும், தேவையான என்ஸைம்கள் எனப்படும் ரசாயனப் பொருள்கள் ஸைட்டோபிளாஸத்தில் உள்ளன. சீரண என்ஸைம்கள் உணவை எளிய பொருள்களாகப் பிரிக்கின்றன. பிறகு, இந்த எளிய பொருள்கள் உறுப்போடு தன்மயமாகின்றன. உணவிலிருந்து சக்தியை எடுத்து, உறுப்பின் இயக்கத்துக்கு உதவுமாறு சேமித்து வைப்பது சில என்ஸைம்களின் வேலை. வேறு சில என்ஸைம்கள் சீரணித்த உணவிலிருந்து பாலைத் தயாரிக்கின்றன. இன்னும் சில என்ஸைம்கள் உடலின் நிறத்திற்கும், தலை மயிரின் நிறத்திற்கும் வேண்டிய பிக்மென்ட்டைத் தயாரிக்கின்றன. இவை போன்ற பல செயல்களைச் செய்தும் செய்வித்தும் வந்து, உயிரையும், உடல் வளர்ச்சியையும் பேணும் எண்ணற்ற என்ஸைம்கள் உள்ளன.

உயிர்ப்பொருள்கள் பலவகைப்பட்ட நுட்பமான ரசாயன மூலக்கூறுகளால் ஆனவை. உயிர் நூலின் பற்பல தத்துவங்களும் இம்மூலக்கூறுகளையே பொறுத்தவை. இந்த உண்மையைச் சமீப காலத்தில் விஞ்ஞானிகள் ஒப்புக்கொண்டுள்ளார்கள். உயிரற்ற பொருள்களின் மூலக்கூறுகள் வெகு எளிமையானவை. நீரின் மூலக்கூறு இரண்டு ஹைடிரஜன் அணுக்களாலும், ஒரு ஆக்ஸிஜன் அணுவாலும் அமைந்தது. சாதாரண உப்பின் மூலக்கூறு ஒரு ஸோடியம் அணுவும், ஒரு குளோரின் அணுவும் கொண்டது. பாறுங்கல்லின் மூலக்கூறு ஒரு ஸிலிக்கன் அணுவும், இரண்டு ஆக்ஸிஜன் அணுக்களும் கொண்டது. உயிர்ப்பொருள்களின் செயல்களை எல்லாம் செய்துவரும் மூலக்கூறுகள் சிக்கலான அமைப்பு உடையவை. அவற்றுள் ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் கோடிக் கணக்கான அணுக்கள் கொண்டது. உயிர்மூலக்கூறுகள், முற்றிலும் வேறுபட்ட இரு வகையானவை. (1) **புரோட்டீன்கள்:** உயிர்ப் பொருள்கள் பெரும்பாலும் இவற்றாலானவை. (2) **ஸெல்லில் உள்ள அமிலங்கள்:** குரோமோஸோம்கள் இவற்றாலானவை. மேலும் உயிர்ப்பொருளின் பரம்பரைக் குணங்களுக்கு இவையே காரணம். படம்: 76 ஒரு புரோட்டீன் மூலக்கூறின் மாதிரி.

புரோட்டீன்கள்

இந்த நூற்றுண்டின் ஆரம்பம் முதல், உயிர் ரசாயன ஆராய்ச்சியில் புரோட்டீன்கள் முக்கியத்துவம் பெற்றுள்ளன. ஓர்

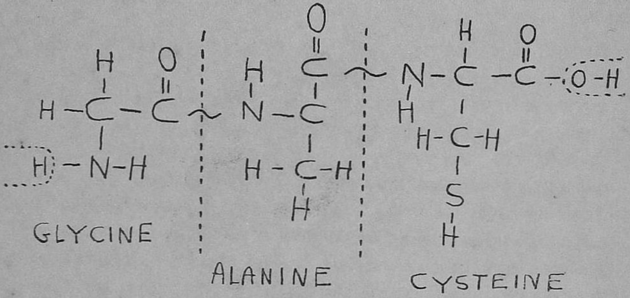


படம்: 76. புரோட்டீன் மூலக்கூறின் மாதிரிப் படம்.

(Courtesy of Dr. Barbara Low, Columbia University)

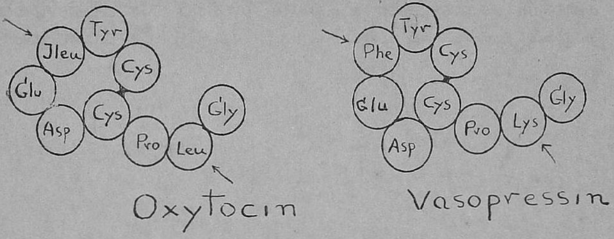
எலெக்ட்டிரான் - மைக்ரோஸ்க்கோப்பின் மூலம் ஒரு புரோட்டீன் மூலக்கூறைக் கவனித்தால், மெல்லிய நீண்ட இழைகள் மட்டுமே தெரியும். வேறு உள்ளமைப்பு ஏதும் தெரியாது. இந்த இழைகள் அமினோ அமிலங்கள் என்ற பல மூலக்கூறுகளின் தொடர் அடுக்கு

களாகும். ரசாயனத்தின் உதவியால் மாதிரிப் புரோட்டீன் மூலக் கூறுகளை உண்டாக்க முடியும் (படம் : 77). ஒரு புரோட்டீன் மூலக்



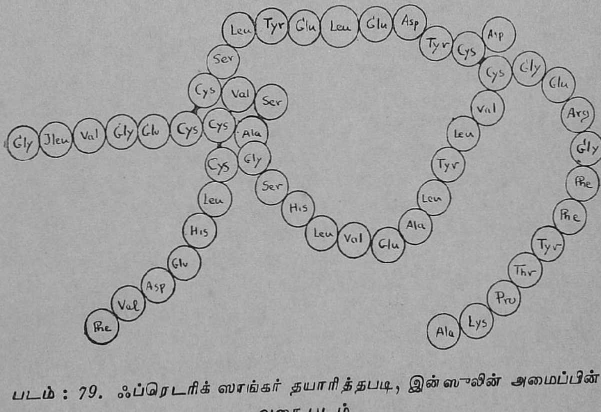
படம் : 77. ஒரு நீண்ட புரோட்டீன் மூலக் கூறோடு வரிசையாக இணைந்த மூன்று அமினோ அமிலங்கள் (கிளைஸைன், ஆலனீன், ஸைஸ்ட்டீன் அமிலங்கள்).

கூறில் இருபது வகையான அமினோ அமிலங்கள் உள்ளன. அது போலவே அமினோ அமிலங்கள் எந்த வரிசையில் அடுக்கப் பட்டுள்ளன என்பதைப் பொறுத்து, அந்த மூலக்கூறின் விசேஷ குணம் அமையும். அந்த வரிசையில் ஒரு சிறு மாறுதல் இருந் தாலும் முற்றிலும் வேறான புரோட்டீன் அதன் மூலமாக அமைந்து விடும். சமையலைக் கற்றுக்கொடுக்கும் நூல்களில் எத்தனையோ வகை உணவு வகைகளைத் தயார் செய்வதற்கான முறைகளும் அவற்றிற்குத் தேவையான பொருள்களின் விவரமும் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன அல்லவா? வெவ்வேறு வகையான உணவுப் பண்டங் களைத் தயார் செய்வது எப்படியென்று அவை கூறும். ஒவ்வொரு வாக்கியத்திலும் உள்ளவை ஒரே வகையான எழுத்துக்களே. அவற்றின் வரிசையும் ஒழுங்கும்தான் வேறுபடுகிறது. அதுபோல் இதில் பண்டம் ஒன்று, ஆனால் வரிசை வேறு. குட்டி போட்டுப் பால் கொடுக்கும் பிராணிகளுக்கு இரண்டு சுரப்பிகள் உள்ளன. இவை கள் ‘ஆக்ஸிடோஸின்’, ‘வாஸோப்பிரெஸ்ஸின்’ என்ற சுரப்பு நீர் களைச் சுரந்து இரத்தத்தில் கலக்கின்றன. இந்த நீர்களில் ஒவ் வொன்றும் ஒன்பது அமினோ அமிலங்கள் கொண்ட புரோட்டீன் மூலக்கூறு (படம் 78). மூன்றாவது, எட்டாவது, கண்ணிகளில் மட்டும் இரண்டும் மாறுபடுகின்றன. இவை முற்றிலும் மாறு பட்ட வேலைகளைச் செய்கின்றன. பூரண கர்ப்பமாயுள்ள தாய்ப் பிராணியின் இரத்தத்தில் சுரக்கப்பட்ட ஆக்ஸிடோஸின் என்பது தாயின் மார்பகத்தில் பாலை உற்பத்தி செய்யும், கர்ப்பப்பையை



படம் : 78. ஆக்ஸிடோஸின், வாஸோப்ரெஸ்ஸின் என்னும் இரண்டு எளிய புரோட்டீன்களின் அமைப்பு. இரண்டே இரண்டு அமினோ அமிலங்கள் தான் மாறியுள்ளன. (அவை அம்புக் குறிகளால் காட்டப்பட்டுள்ளன), வின்சென்ட்-டு-விக்னியாத் என்பவர் ஆராய்ந்து தயாரித்தது இந்தப் படம்.

அழுத்திச் சுருக்கியும், பிரசவத்தை ஏற்படுத்துகிறது. வாஸோப்பிரெஸ்ஸின் இரத்தக் குழாய்களைச் சுருக்கி, இரத்த அழுத்தத்தை



படம் : 79. ஃப்ரெடரிக் ஸாங்கர் தயாரித்தபடி, இன்ஸுலின் அமைப்பின் வரை படம்.

21, 30 அமினோ அமிலங்கள் கொண்ட இரண்டு வரிசைகள் இதில் உள்ளன.

ஸிஸ்டைன் (CYs) ஜோடிகளுக்கிடையே உள்ள கறுப்பு இணைப்புகள் கந்தகப் பசையைக் குறிக்கின்றன. இதனால்தான் புரோட்டீன் கூறுகளுக்கு விசித்திரமான உருவங்கள் உண்டாகின்றன.

78-ஆம் படத்திலும் இந்த கந்தக இணைப்பைக் காணமுடியும்.

அதிகரிக்கச் செய்கிறது. அமைப்பில் ஒரு சிறிய மாறுதலானது குணத்தில் எத்தனை பெரிய மாறுதலை உண்டாக்குகிறது !

இன்ஸுலின் என்ற புரோட்டீன் மூலக்கூறு இன்னும் சிக்கலானது. இதில் ஐம்பத்தொன்று அமினோ அமிலங்கள் உள்ளன. அவை கொஞ்சம் சிக்கலான வரிசையில் அடுக்கப்பட்டுள்ளன (படம் : 79). பிராணி உட்கொண்ட சர்க்கரையிலிருந்து சக்தியைப் பிரித்து, பிற்காலத் தேவைக்கு சேமித்து வைப்பது, இன்ஸுலினின் வேலை. படத்தில் குறிப்பிட்ட வரிசையில் அமிலங்கள் அமைந்தால் தான் இந்த வேலை நடைபெறும். அன்றி இன்ஸுலின் சுரப்பிகளில் உள்ள ஏதாவது கோளாறினால் இந்த வரிசை கொஞ்சம் மாறிவிட்டாலும், இன்ஸுலின் மூலக்கூறுகள் தங்கள் வேலைகளைச் சரிவரச் செய்யமுடியாது. இதன் விளைவாக, பிராணி நீரிழிவு வியாதிக்கு உட்படுகிறது.

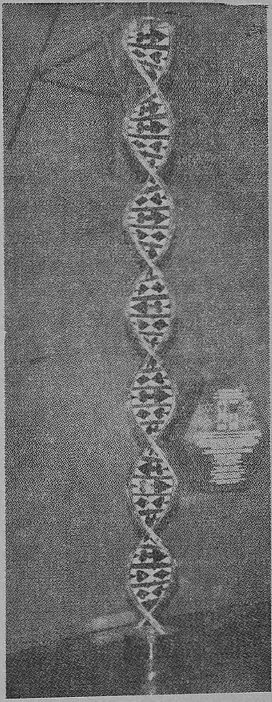
மேலே கொடுக்கப்பட்ட உதாரணங்கள் சிலவே ஆயினும், அவை உயிர் நூலில் புரோட்டீன் மூலக் கூறுகளின் முக்கியத்துவத்தை விளக்குகின்றன. புரோட்டீன் அமைப்பில் ஒரு சிறிய தவறு ஏற்பட்டாலும், பிராணிக்கு பிணியும், சாவும் ஏற்படும். சமையல் புத்தகத்தில் ஏற்பட்ட அச்சுப் பிழையால், அதன்படி செய்த பண்டம் குப்பையிலே போடவேண்டி வரலாம் அல்லவா ?

ஸெல் மூல அமிலங்கள்

ஒரு பிராணியின் உடலில் ஸெல் மூல அமிலம் மிகக் கொஞ்சமே இருக்கிறது. மனித உடலில் ஒரு தேக்கரண்டி அளவு தான் உள்ளது. அளவில் குறைவாக இருந்தாலும், இதன் வேலை மிக முக்கியமானது. இனப்பெருக்கத்திற்கும், பரம்பரைக் குண வளர்ச்சிக்கும், இவையே காரணம். குழந்தை மனிதனாக வளர்வதும், நாய்க்குட்டி நாயாக வளர்வதும், ஆப்பிள் பழத்தின் விதையிலிருந்து ஆப்பிள் செடி முளைப்பதும், இந்த அமிலங்களின் மூலக்கூறின் வேலை. எலெக்ட்டிரான் மைக்ரோஸ்க்கோப்பின் மூலம் பார்த்தால், இம்மூலக்கூறுகள் இழை இழையாகத் தெரியும். இந்த இழைகள் புரோட்டீன் இழைகளைவிடப் பருமனானவை. (படம் : 80). ஆனால் இவற்றின் அமைப்பு முற்றிலும் மாறுபட்டது. இந்த மூலக்கூறுகளில் நான்கு விதமான 'நியூக்கிலியோட்டைடு' என்னும் பொருள்கள் உள்ளன. ஸெல்லின் நியூக்கிலியஸிலுள்ள அமிலத்திற்கு 'டி ஆக்ஸிரைபோ நியூக்கிலீயக்கு அமிலம்' என்று பெயர் (DNA). இதில் நான்கு நியூக்கிலீயோட்டைடுகள் இரண்டு இரண்டாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றுக்கு அடினீன், குவானீன், ஸைஸ்ட்டோஸீன், தைமீன் எனப் பெயர்கள். இவற்றுக்கு

படம் : 80. டி. என். ஏ. (DNA) கூறுகளை நுட்ப ஆடி மூலம் கண்டு எடுத்த புகைப் படம்.

(Courtesy of Dr. Robley Williams, University of California)



படம் : 81. டி.என்.ஏ. (DNA) மூலக் கூறின் மாதிரிப் படம். (நான்கு நியூக்கிலியோட்டைடுகளை சீட்டுக்கட்டுச் சித்திரங்கள் குறிக்கின்றன.)

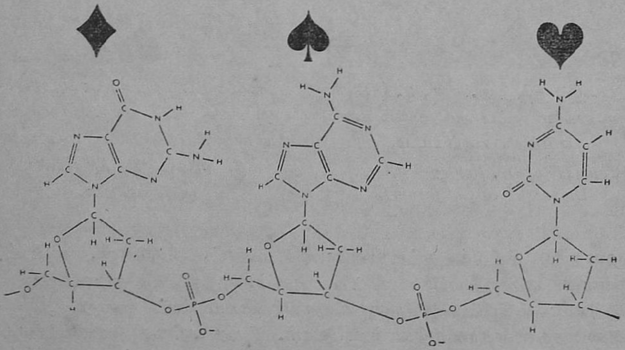
முறையே சீட்டுக் கட்டிலுள்ள டைமண்ட், ஆடுதன், ஸ்பேட், கிளாவர் என்ற பெயர்களை அளிப்போம். முதல் அடுக்கு டைமண்ட் ஆடுதன் ஸ்பேட், ஆடுதன் கிளாவர் டைமண்ட் என்ற ரீதியில் அமைந்துள்ளதாகக் கொள்ளுவோம். இந்த வரிசை இரண்டாவது அடுக்கின் வரிசையை நிர்ணயிக்கிறது. ஆடுதன் கிளாவரோடும், ஸ்பேட் டைமண்டோடும், கூட்டுச் சேருவது போன்ற தன்மை உடையன. எனவே, இரண்டாவது அடுக்கு ஸ்பெட் - கிளாவர்,

டைமண்ட் - கிளாவர், ஆடுதன்-ஸ்பேட் என்ற வரிசையில் அமையும் ஒவ்வொரு நியூக்கிலீயோட்டைடும் கரி, நைட்ரஜன் ஆக்ஸிஜன், ஹைட்ரஜன், ஃபாஸ்பரஸ் இவைகளால் ஆன கூட்டுப் பொருள். இதில் இந்த ஐந்து பொருள்களும் எப்படி ஒன்று சேர்க் கப்பட்டுள்ளன என்பதை விஞ்ஞானிகள் கண்டுபிடித்துள்ளார்கள். படம் 82-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது ஒரு மூலக்கூறின் சூத்திரம். இது பார்வைக்கு சிக்கலாகத் தோன்றினாலும், எளிய அமைப்புக் கொண்டது. நியூக்கிலீயோட்டைடுகளின் இரட்டை வரிசை யானது பிராணியின் எல்லா குணங்களையும் நிர்ணயிக்கிறது.

டி. என். ஏ-யின் (DNA) இரட்டை வரிசை அடுக்கானது ஸெல் பிரிவுக்கும், இனப்பெருக்கத்திற்கும் இன்றியமையாதது. முதலில் DNA மூலக்கூறு நெடுகில் இரண்டாகப் பிரிந்து, தனித்தனியான இழைகளாகின்றன. இப்படிப் பிரிந்த இழைகள், ஒன்றுடொன்று முற்றும் ஒத்திருப்பதோடு, முதல் இழையையும் ஒத்திருக்கின்றன. பிரிந்த குழந்தை மூலக்கூறுகள் ஒன்றுக்கொன்று எதிர்ப்புறம் சென்று, தனி ஸெல்களாக அமைகின்றன.

புரோட்டீன் உற்பத்தி

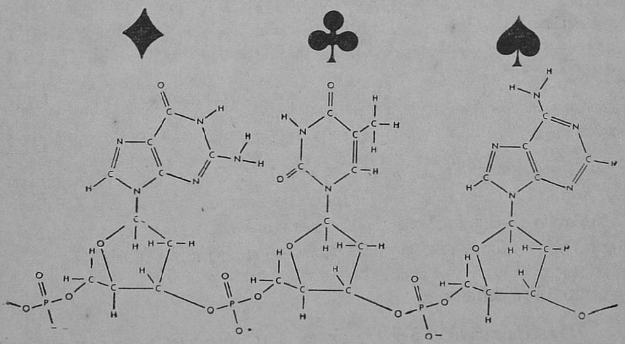
ஒரு பிராணியின் குணங்களைப்பற்றிய உத்தரவுகளை ஸெல் நியூக்கிலியஸின் அமிலங்கள் பிறப்பிக்கின்றன. இந்த உத்தரவுகளை புரோட்டீன் மூலக்கூறுகள் கிரகித்து, நிறைவேற்றுகின்றன, ஸெல் நியூக்கிலியஸ் அமில மூலக்கூறுகளில் நியூக்கிலீயோடைடின் அமைப்புக்கும், புரோட்டீன் மூலக்கூறுகளில் அமினோ அமிலங்



படம் : 82. சர்க்கரை மூலக்கூறுகளில் நான்கு நியூக்கிலீயோட்டைடுகள் அமைந்த டி. என். ஏ. (DNA) தொடரின் ஒரு பகுதியின் தோற்றம். ஸ்பேட் — அடினீனைக் குறிக்கிறது. (அடுத்த பக்கம் பார்க்க)

களின் அமைப்பிற்கும் ஒருவகையான சம்பந்தம் உள்ளது. பல சீட்டுக்கட்டுகளில் உள்ள 'ஏஸ்களை' மட்டும் வைத்துக்கொண்டு ஆடும் சீட்டாட்டத்தில் ஒவ்வொரு கைக்கும் மூன்று சீட்டுக்கள் போடப்படுகின்றன என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். ஒரு கைக்கு எத்தனை வகையான சீட்டு வரிசைகள் கிடைக்கும்? முதலில் மூன்றும் ஒரே மாதிரிச் சீட்டுக்களாக வரலாம். அதாவது மூன்று ஆடுதன், மூன்று டைமண்ட், மூன்று கிளாவர், மூன்று ஸ்பேட் என நான்கு வகை ஆகின்றன. அடுத்தது ஒரேமாதிரி யான இரண்டு சீட்டுகளும், வேறான மூன்றாவது சீட்டும் கிடைக்க லாம். இங்கு ஜோடிக்கு நான்கும், ஒற்றைக்கு மூன்றுமாக, $4 \times 3 = 12$ வகைகள் கிடைக்கலாம். கடைசியாக, மூன்று வெவ்வேறு சீட்டுக்களாக இருக்கலாம். இங்கேயும் நான்கு வகைகள் உண்டு. ஆக மொத்தம் $4 + 12 + 4 = 20$ வகைகள். புரோட்டீனில் உள்ள அமினோ அமிலங்களின் எண்ணிக்கையும் இருபதுதானே.

புரோட்டீன் மூலக்கூறிலுள்ள ஒவ்வோர் அமினோ அமிலமும் ஸெல்லின் நியூக்கிலியஸ் அமிலத்திலுள்ள மூன்று நியூக்கிலீயோட் டைடுகளால் வரையறுக்கப்படுகிறது. ஆர். என். ஏ. (RNA)-ஐக் கொண்டுள்ள ஸெல்லின் ஸைட்டோபிளாஸத்தில் புரோட்டீன் தயாரிக்கப்படும் பொழுது ஒவ்வொரு அமீனோ அமிலமும் அதற்குப் பிடித்த மூன்று ஆர். என். ஏ. (RNA) நியூக்கிலீயோட் டைடுகளுடன் இணைந்து, ஆர். என். ஏ. (RNA) மூலக்கூறுகளுக்கு



கிளாவர் — தைமினைக் குறிக்கிறது.

ஆடுதன் — ஸைஸ்ட்டோஸினைக் குறிக்கிறது.

டயமண்ட் — குவானினைக் குறிக்கிறது.

தகுந்தபடி அவற்றுக்கு இணங்க தன்னை அமைத்துக்கொள்ளுகிறது.

இந்தத் தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஒரு பிராணியின் உயிர்வாழ்க்கை அலுவல்கள் எல்லாம் ஸெல்லின் நியூக்கிலியஸ் அமிலத்திற்கும், புரோட்டீன் மூலக்கூறுகளுக்கும் இடையே ஏற்படும் ரசாயனக் கிரியையால் நடைபெறுகின்றன என்ற முடிவுக்கு விஞ்ஞானிகள் வந்துள்ளார்கள்.

1961-ல் புரோட்டீன் அமைப்பைப்பற்றிய கடைசி விவரணம் இரண்டு நிபுணர் குழுக்களால் தனித்தனியே உழைத்துத் தீர்மானிக்கப்பட்டது. ஒரு செயற்கை ஸெல் நியூக்கிலியஸ் அமிலத்தை உபயோகித்து, ஒரு குறிப்பிட்ட அமினோ அமிலத்தை உண்டாக்க முடியும் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. உதாரணமாக யூரஸில் என்னும் பொருளாலான ஸெல்லின் நியூக்கிலியஸ் அமிலத்தின் மூலக்கூறுகள் உற்பத்தி செய்த புரோட்டீன்களில் ஃபெனிலாலனீன் மட்டுமே இருந்தது. இதேபோல், விஞ்ஞானிகள் பின் கண்ட அட்டவணையைத் தயாரித்தார்கள். A-அடினீன் G-குவானீன், C-ஸைஸ்ட்டோஸீன், U-யூரஸில்.

அமினோ அமிலம்	நியூக்கிலீயோடைடு ட்ரிப்ளெட்	அமினோ அமிலம்	நியூக்கிலீயோடைடு ட்ரிப்ளெட்
ஃபெனிலாலனீன்	UUU	ஐஸோலியூஸீன்	UUA
ஆலனீன்	UCG	லியூஸீன்	UUC, UUG, UUA
அர்ஜினீன்	UCG	லைஸீன்	UAA
அஸ்பார்ட்டிக் அமிலம்	UAG	மெத்தியோனீன்	UAG
அஸ்பராஜீன்	UAA, UAC	ப்ரோலீன்	UCC
ஸைஸ்ட்டீன்	UUG	ஸிரீன்	UUC
குளூட்டானிக் அமிலம்	UAG	த்ரியோனீன்	UAC, UCC
குளூட்டானீன் (Predicted)	UCG	டிரைப்டோஃபான்	UGG
கிளைஸீன்	UGG	டைரோஸீன்	UUA
ஹிஸ்டிடீன்	UAC	வேலீன்	UUG

ஏறக்குறையப் பத்து ஆண்டுப் போராட்டத்திற்குப்பின், பழைய நம்பிக்கை—பரம்பரைக்குணம், ஸெல் நியூக்கிலியஸ் அமிலங்களிலிருந்து ஸைட்டோபிளாஸத்தில் உள்ள என்ஸைமிற்கு மாற்றப்படுகிறது என்ற நம்பிக்கை — முறியடிக்கப்பட்டது.

எளிய பிராணிகள்

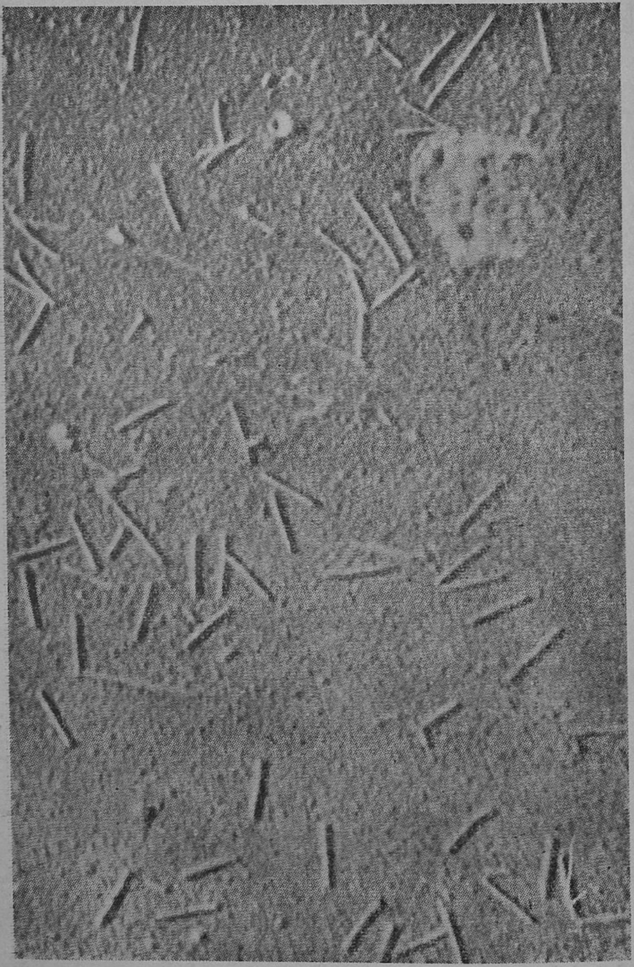
ரேடியோவைப்பற்றி ஒன்றுமே தெரியாதவருக்கு அதன் தத்துவங்களை விளக்கவேண்டுமானால், சிக்கல்கள் நிறைந்த நவீன ஒலிபரப்பு நிலையத்திற்கு அவரை அழைத்துச் செல்லக்கூடாது. அவரிடம் ஒரு ரேடியோப் பெட்டியைக் கொடுத்து, அதன் தத்துவங்

களை அவராக ஆராய்ந்து தெரிந்துகொள்ள உதவ வேண்டும். அதைப்போலவே, வாழ்க்கையின் புதிரை விளக்க, சிக்கல் நிறைந்த மனிதனையோ, வேறு உயிர்ப் பிராணியையோ, அல்லது உயர் தாவரத்தையோ எடுத்துக்கொள்ளக்கூடாது. ஓர் எளிய பிராணியை ஆராய்வதன்மூலம், வாழ்க்கையின் தத்துவங்களை நன்ருகப் புரிந்து கொள்ளலாம்.

'வைரஸ்' எனப்படும் பிராணி மிக நுண்ணியது. சாதாரண பூதக்கண்ணுடியால் அதைப் பார்க்க முடியாது. எலெக்ட்டிரான் பூதக்கண்ணுடியை உபயோகித்துத்தான் அதன் வடிவத்தையும் குணங்களையும் ஆராயமுடியும் (படம்: 83). படத்தில் 34,800 மடங்கு பெரிதாக்கப்பட்ட புகையிலைப் பூச்சி காணப்படுகிறது.

மற்ற பிராணிகளைப்போலவே. வைரஸும் ஸெல்லின் நியூக்கி லியஸ் அமிலத்தாலும், புரோட்டீன் மூலக்கூருலும் ஆனது. நாம் படத்தில் காண்பது இப்பிராணியின் புரோட்டீன் தோல். பிராணி யின் குணத்தையும், அது எந்தப் பிராணியை, அல்லது தாவரத் தைத் தாக்கி அழிக்குமென்பதையும் நிர்ணயிக்கும் ஸெல் நியூக்கிலி யஸ் அமிலம் உள்ளே அடங்கியுள்ளது. ஒரு வைரஸ் மனிதனையோ அல்லது தாவரத்தையோ, வெகு எளிதில் தாக்குகிறது. அது தோலின்மேல் ஒட்டிக்கொள்ளுகிறது. அதன் புரோட்டீன் தோலின் மேலே தங்கிவிட, ஸெல்லின் நியூக்கிலியஸ் அமிலம் மட்டும் தாக்கப்பட்ட பிராணியின், அல்லது தாவரத்தின் ஸெல்லுக்குள் நுழைகிறது. உள்ளே பெரும்போர் தொடங்குகிறது. பிராணி யின் ஸெல்லிலுள்ள குரோமோஸோம்கள் அதன் புரோட்டீன் களுக்கு வழக்கம்போல் வேலை செய்யும்படி உத்தரவு கொடுக் கின்றன. அதே சமயம், உள்ளே நுழைந்த வைரஸின் மூலக்கூறு கள் பிராணியின் புரோட்டீன்களுக்குத் தங்கள் வழக்கமான வேலை யை நிறுத்திவிட்டு, புதிய வைரஸ்களை உற்பத்தி செய்யுமாறு உத்தரவு கொடுக்கின்றன. முற்றுகையிட்ட வைரஸ் பலமுள்ள தானுல் அதன் உத்தரவுகள் அங்கீகரிக்கப்பட்டு, அதைப்போல் நூற்றுக்கணக்கான புதிய வைரஸ்கள் உற்பத்தி செய்யப்படு கின்றன. இப்புதிய வைரஸ்கள் மேலும் மேலும், பிராணியின் உடலுக்குள் நுழைந்து, அழிவை உண்டாக்குகின்றன.

இந்த வைரஸ்கள் அசிங்கமான சிறிய பிராணிகளானுலும், உயிர் நூல் நிபுணர்களின் ஆராய்ச்சிகளுக்கு மிகவும் பயன்படு கின்றன. 1955-ல் காலிஃபோர்னியா பல்கலைக் கழகத்தின் 'வைரஸ் இன்ஸ்ட்டிடியூட்டில்' ஆராய்ச்சி செய்த ஹைன்ஸ் பிராங்க்கிலின் கான்ராட்டு, ராப்லி வில்லியம்ஸ் — என்னும் இரண்டு உயிர்நூல் நிபுணர்கள் "செயற்கை உயிர் உற்பத்தி"யைக் கண்டுபிடித்தார் கள். புகையிலைப் பூச்சியை வைத்துக்கொண்டு, அதன் தோலாகிய



படம் : 83. உயிருள்ள மூலக் கூறுகளா ?

புகையிலை-மொஸேயிக்கு வைரஸின் உருவம் 34,800 மடங்கு பெரிதாக்கப்பட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளது. எலெக்ட்டிரான் மைக்ரோஸ் கோப்பு மூலம் எடுத்த படம்.

(Photographed by Dr. G. Oster and Dr. W. M. Stanley)

புரோட்டீனிலிருந்து உள்ளே இருக்கும் ஸெல்லின் நியூக்கிலியஸ் அமிலத்தை இரசாயன முறையில் பிரித்தார்கள். ஒரு குழாயில் நீரில் கரைந்த அந்த நியூக்கிலீயிக்கு அமிலத்தையும், இன்னொன் றில் புரோட்டீனையும் சேகரித்தார்கள். இவற்றின் மூலக்கூறுகள் உயிரற்ற பொருள்களின் மூலக்கூறுகளைப்போலவே இருந்தன. ஆனால், இரண்டையும் ஒன்று சேர்த்ததும், புரோட்டீன் மூலக் கூறுகள் உயிர்பெற்று, புதிய வைரஸ் பூச்சிகள் உருவாயின. இப்படி உருவான பூச்சிகளைப் புகையிலைச் செடியில் விட்டபோது, அவை அதிகரித்து, செடியை அழித்துவிட்டன.

இந்தச் சோதனையை செயற்கை உயிர் உற்பத்தி என்று கூறுவதற்கு இரண்டு ஆட்சேபணைகள் சொல்லலாம். ஒன்று, இச் சோதனையில் உபயோகிக்கப்பட்ட புரோட்டீன் மூலக்கூறுகளும், நியூக்கிலீயிக்கு அமிலமும் இரசாயன முறையில் தயாரிக்கப் பட்டவையல்ல. ஓர் உயிருள்ள பூச்சியிலிருந்தே பிரித்து எடுக்கப் பட்டவை. இரண்டாவதாக, வைரஸ்கள் மிக எளிய பிராணிகள். இந்த முறையில் ஒரு பூனைக்குட்டியையோ, ஒரு குழந்தையையோ உற்பத்தி செய்ய முடியுமா? இந்த ஆட்சேபணைகளுக்குப் பதில்கள் இதோ இருக்கின்றன: ஒன்று, கொஞ்ச காலமாக இரசாயன முறையில் புரோட்டீன்களும், நியூக்கிலீயிக்கு அமிலங்களும் தயாரிக்கப் பட்டுவருகின்றன. கூடிய சீக்கிரத்தில் அவற்றைக் கொண்டு வைரஸ்களைத் தயாரிக்கலாம். இரண்டாவதாக, செயற்கை முறையில் ஒரு பூனைக்குட்டியை உற்பத்தி செய்ய வேண்டிய அவசியமில்லை. ஒரு கருவும், ஒரு கருவிதையும் இருந்தால் போதுமே! அவை வைரஸைவிடச் சிக்கலான அமைப்பு உடயவை அல்ல.

உயிரின் தோற்றம்

எல்லா உயிர்களும் புரோட்டீன்கள், நியூக்கிலீயிக்கு அமிலம் ஆகிய இரண்டு அடிப்படை ரசாயனங்களால் ஆனவை. பூமியின் மீது சாதாரணச் சூழ்நிலையில் இந்த ரசாயனங்கள் எப்படித் தோன்றியிருக்க முடியும்? இதற்கு விடை தெரிந்தால்தான் உயிர் எப்படித் தோன்றிற்று என்ற பிரச்னையை ஆராயமுடியும். தேர்ந்த உயிர் ரசாயனி ஒருவர் அமினோ-அமிலங்கள் இருப்பதையும், ஆர். என். ஏ. (RNA) அல்லது டி. என். ஏ. (DNA) யின் நியூக்கிலீ யோட்டைடுகள் நான்கையும் அதிகக் கஷ்டமின்றி செயற்கையாக இன்று தயாரித்துவிட முடியும். ஆனால், இயற்கையான சூழ்நிலையில் இவை எப்படித் தோன்றியிருக்கும்?

ஹாரல்டு யூரி என்பவர் இதை மிக அழகாக விளக்கினார். கிரகங்கள் எப்படித் தோன்றின என்று விளக்கும் நவீனக் கொள்-

கையை அடிப்படையாகக் கொண்டது அவருடைய யுக்தி. புரோட்டோ கிரகங்களுக்கு முன் மிகவும் பரந்த வாயுமண்டலங்கள் இருந்தன என்றும், அந்த வாயுமண்டலங்களில் மெத்தேன் (CH_4), அம்மோனியா (NH_3), நீர்த்துளி (OH_2), போன்ற ஹைடிரஜன் கூட்டுப் பொருள்களும், ஹைடிரஜனுமே பெரும்பாலும் இருந்ததாகவும், நவீனக் கொள்கை கூறுகிறது. அமினே அமிலங்களும், நீண்ட புரோட்டீன் கூறுகளும், உண்டாகக் காரணமான ஹைடிரஜன், கார்பன், நைட்டிரஜன், ஆக்ஸிஜன் ஆகிய ரசாயன மூலகங்களே இந்தக் கூட்டுப் பொருள்களிலும் உள்ளன. சூரியனின் அல்ட்டிரா வயலெட்டுக் கதிர்களும், வாயுமண்டலத்தில் இடி மின்னலால் உண்டாகும் மின்சாரமும் தாக்கும்பொழுது, இந்த எளிய கூட்டுப் பொருள்களின் கூறுகள் ஒன்றுசேர்ந்து, வெவ்வேறு அமினே அமிலங்களாக ஆகும் என்று யூரி எடுத்துரைத்தார். இந்தக் கருத்தை உறுதிப்படுத்த ஹைடிரஜன், மெத்தேன், அம்மோனியா, நீர்த்துளி ஆகியவற்றின் கலவையை ஒரு கண்ணுடிக் குழாயிலிட்டு, பல நாட்களுக்கு அதில் மெதுவாக மின்சாரத்தை பாய்ச்சும்படி, தம் மாணவர் ஸ்டான்லி மில்லர் என்பவரிடம் யூரி கூறினுர். கடைசியில், கண்ணுடிக் குழாயிலிருந்த பொருளை அலசிப் பார்த்தபொழுது, சாதாரணமாக புரோட்டீன்களில் காணக்கூடிய பல அமினே அமிலங்கள் அதில் இருப்பது தெரிந்தது. இதனுல் யூரியின் ஊகம் உறுதிப்பட்டது. நம்முடைய பூமியின் இளம் பருவத்தில், அதாவது ஹைடிரஜனும் ஹைடிரஜன் கூட்டுப்பொருள்களும் அதன் வாயுமண்டலத்தில் இருந்தகாலத்தில், அமீனே அமிலங்கள் வாயுமண்டலத்தில் தொடர்ந்து உருவாகி, மெள்ள மெள்ள, பூமியில் இறங்கியிருக்கவேண்டும். கடல்நீரில் அவை ஏராளமாக கரைந்திருக்கவேண்டும். நிலத்தில் இறங்கியவையும், மழையால் கடலில் வந்து சேர்ந்திருக்கவேண்டும். இதனுல் உயிருக்கு மிக முக்கியத் தேவையான ஓர் இரசாயனப் பகுதி உருவாகி விட்டது.

இன்னெரு முக்கியமான பகுதி நியூக்கிலீயிக்கு அமிலம். அது இல்லை என்ருல் உயிர் இருக்க முடியாது. அது எப்படி உண்டாயிற்று என்று சரியாகத் தெரியவில்லை. டி. என். ஏ. (DNA), ஆர். என். எ. (RNA)யில் உள்ள கூறுவரிசைகளில். ஃபாஸ்ஃபரஸ் அணுக்கள் அடங்கியுள்ளன. இந்த அணுக்களை வாயுமண்டலத்தில் சாதாரணமாகக் காண முடியாது. மேலும் இந்தக் கூட்டுப் பொருள்களைச் செயற்கை முறையில் செய்ய அல்ட்டிரா வயலெட்டுக் கதிர்களையும் மின்சக்தியையும்விட மிக உயர்ந்த வெப்பம் தேவை. எனவே, நீருக்கடியில் உள்ள எரிமலைகளின் இயக்கத்தால் நியூக்கிலீயோட்டைடுகள் உருவானதாக சிலர் ஊகித்தார்கள். துணிச்ச

லான ஊகம்தான் இது. ஆனல், இன்னும் இது ஊகமாகவேதான் இருக்கிறது.

அமீனே அமிலங்களும் நியூக்கிலியோட்டைடுகளும் கடல் நீரில் கரைந்து, இனவிருத்தி செய்யும் முதல் உயிர்ப்பொருளின் புரோட்டீன்களாகவும் அமினே அமிலங்களாகவும் எப்படி வளர்ந்தன என்பது அடுத்த பிரச்னே. காம்பிரியன் யுகத்திற்குச் சில நூறு கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு இது நிகழ்ந்தது என்று நமக்குத் தோன்றுகிறது.

கிரகங்கள் பிறந்த கதையைக் கூறும்பொழுது, அது சாதாரணமான ஒரு நிகழ்ச்சி என்றும், நம் கிரகங்களேப்போலவே இன்னும் பல நட்சத்திரங்களுக்கும் கிரகமண்டலங்கள் இருக்கக் கூடும் என்றும், ஒரு முடிவுக்கு வந்தோம். அந்தக் கிரகங்களின் வாயுமண்டலங்களிலும் உயிர்ப்பொருள் உருவாவதற்கு ஏற்ற ரசாயனக் கூட்டுப் பொருள்கள் இருக்கும் என்று எதிர்பார்க்கலாம். எனவே, ஆகாயகங்கையில் காணும் நட்சத்திரங்களேச் சுற்றிவரும் கோடிக்கணக்கான இதர கிரகங்களிலும்கூட நம் பூமியில் உள்ளவைபோன்ற உயிர்கள் வாழக்கூடும்.

9

உயிர்ப் பரிணமம்

உயிர்ப் பரிணமத்தின் காரணங்கள்

பூமியில் வாழும் மனிதர்களாகிய நாம், படைப்புக்களிலேயே சிறந்த படைப்பு என்று நம்மை நாமே கருதிக்கொள்கிறோம். நியாயம்தான். பூமியின் மேற்பரப்பிலோ, அதன் வாயுமண்டலத்திலோ, முதன் முதலில் எளிய உயிர்க்கூறுகள் தோன்றின. அந்த எளிய கூறுகளிலிருந்து, இயற்கை கோடிக்கணக்கான ஆண்டுகள் உழைத்து, மனிதர்களைப் போன்ற சிக்கலான ஜீவராசிகளைத் தோற்றுவித்திருக்கிறது. உயிர்களில் இத்தனை பேதங்களும் வகைகளும், அவற்றின் அமைப்புக்களின் இத்தனை விசித்திரங்களும் எப்படி ஏற்பட்டன? பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டின் முற்பகுதியில் **ஜீன் பாப்டிஸ்ட்டே பியேர் அன்ட்டாய்னே ஷெவலியர் டி லாமார்க்** என்ற ஒரு தாவர இயல் அறிஞர் இருந்தார். அவர் பிரெஞ்சுக்காரர். அவர் ஒரு கொள்கையை வகுத்து வெளியிட்டார். இப்போது அதற்கு மதிப்பு இல்லை. ஆனால், சோவியத் ரஷ்யாவின் தாவர இயல் அறிஞரான ட்ராஃபிம் டெனிஸோவிச் லைஸென்க்கோவுக்கு அந்தக் கொள்கையில் அபார நம்பிக்கை. அந்தக் கொள்கை என்ன? சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு உயிர்கள் தங்கள் பழக்கங்களை ஓயாமல் மாற்றிக்கொள்ள முயன்றதாலேயே அவற்றின் உடல்கள் மாறி வளர்ந்து பரிணமிக்கின்றன. ஒரு நபரின் வாழ்வில், அப்போது தோன்றிய மாறுதல் அவருடைய சந்ததிகளுக்கும் பாரம்பரிய முறையில் கிடைக்கும். உதாரணமாக, ஒட்டைச் சிவிங்கியின் கழுத்து இவ்வளவு நீளமாக இருப்பானேன்? தலைமுறை தலைமுறையாக அதன் முன்னோர்கள் நெடும் பனைமர இலைகளைக் கடிப்பதற்காக கழுத்தை நீட்டிநீட்டி முயன்றிருக்கும். இப்படித் தொடர்ந்து

செய்த பல முயற்சிகளின் பயனே இந்த நீண்ட கழுத்து. இதுதான் லாமார்க் வகுத்த கொள்கையின் சாரம்.

பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டின் மத்தியில், இந்தக் கருத்து அடிபட்டுப் போயிற்று. பிரபல பிரிட்டிஷ் உயிரியல் அறிஞர் சார்லஸ் டார்வின், சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப வாழ்வைச் சரிப்படுத்திக்கொள்வதால் பரிணும மாறுதல்கள் ஏற்படவில்லையென்றும், வாழ்க்கைப் போராட்டத்தில் நிலைத்து நிற்க இயற்கை செய்யும் குருட்டாம் போக்குப் போதனைகளின் பயனே பரிணும மாறுதல் என்றும் கூறினுர். "இயற்கை அன்னை வளம் மிக்கவள். உயிர்களை அவள் எப்போதுமே அபரிமிதமாகப் பெற்றுவிடுகிருள். கட்டுப்படுத்தாவிட்டால் உயிர்களின் எண்ணிக்கை அளவு மீறிப் பெருகி, உண்ண உணவும், இருக்க இடமுமே பற்றுமல் போய்விடும். இதனுல், இயற்கையாகவே உயிர்களுக்கிடையே போராட்டம் தொடங்குகிறது. இதில் வலுவுள்ள (தகுதியுள்ள) உயிர்கள் பிழைக்கின்றன. வலுவற்றவை அழிகின்றன" என்றுர் டார்வின். அவருடைய வாதத்தின் அடுத்த படி இதுதான்: "ஓர் உயிரின் குழந்தைகள் - அது நாயோ, பூனையோ, நரியோ, பறவையோ, செடியோ - எதுவாயிருந்தாலும், எல்லாம் ஒரேமாதிரி இருப்பதில்லை. பெற்ருேர் மாதிரியும் இருப்பதில்லை. சில வித்தியாசங்களை அவற்றிடம் காணமுடியும். இந்த வித்தியாசங்களில் சிலவே அந்த உயிர்கள் வாழ்க்கைப் போராட்டத்தில் நிமிர்ந்து நிற்க உதவியாயிருக்கும். மற்றவை அனைத்தும் கேடு விளைவிக்கக்கூடியவையாக இருக்கும். தகுதியான (வலுவான) பண்புகள் கொண்ட உயிர்களே பிழைத்து மிஞ்சும். பிழைக்க உதவிய இந்தப் பண்புகள் பாரம்பரியமாக சந்ததிகளுக்கும் தோன்றும். இந்தப் பண்புகள் மேலும் மேலும் வலுப்பெற்று, பின்வரும் தலைமுறைகளில் சிறந்து விளங்கும்." இதுதான் டார்வினின் வாதம். 'உயிர்கள் அமைதியாகத் தங்களின் இயல்புகளை மாற்றிக்கொள்ளும்' என்று சொன்னுர் லாமார்க்கு. டார்வினே, 'எத்தனையோ சந்ததிகள் பலியானுல்தான் சில சந்ததிகள் பிழைத்து அபிவிருத்தி அடையும்' என்று வற்புறுத்தினுர்.

சந்ததிகளின் இயல்புகள் மாறுபட்டிருக்கும் என்று டார்வின் நினைத்தது மிகவும் பொருத்தம்—என்பது இன்று நமக்குத் தெரிகிறது. குரோமோஸோம்களில் உள்ள நீளமான நியூக்கிலீயிக்கு அமில நூல்களில் நியூக்கிலீயோடைடு எனப்படும் நான்கு வெவ்வேறு கூறுகள் அமைந்துள்ளன. அவை அமைந்துள்ள வரிசைப்படியே ஓர் உயிரின் பாரம்பரிய குணங்கள் அமையும் என்று முன் அத்தியாயத்தில் பார்த்தோம். வெப்பச் சலனத்தாலும், வெளியே இருந்துவரும் பலவகைக் கதிர் வீச்சுக்களாலும், இந்தக் கூறுகளில் சில இடம் பெயர்ந்து, அவை அமைந்துள்ள பழைய வரிசை மாறி

விடலாம். அதன் விளைவாக, பாரம்பரியக் குணங்களில் திடீர் மாறுதல்கள் புதிதாகத் தோன்றக்கூடும். இந்தப் புதிய மாறுதல்களை குரோமோஸோமில் உள்ள சாதனங்கள், பின் வரும் சந்ததிகளிடையேயும் தோன்றச் செய்யும். பரிணமக் கொள்கையை விளக்குகையில், எப்போதாவது சிறிய மாறுதல்கள் தோன்றும் என்று சொன்னர் டார்வின். அந்த மாறுதல்கள் அற்பமாக இருப்பதில்லை ; மிகப் பெரிய அளவிலே நிகழ்கின்றன. பழங்களை மொய்க்கும் ஒரு ஈக்குக் கண் கறுப்பாக இருக்கலாம். அதன் குஞ்சின் கண்ணே சிவப்பாக மாறிவிடுகிறது. தானியக் கதிர்களின் நிறமும் வடிவமும் இப்படி மாறுகின்றன. டார்வின் கிழவர் இதைக் கேட்டால் சந்தோஷப்பட்டிருப்பார்.

பூமியின்மீது உயிர்கள் தோன்றி வளர்ந்த மிகப் பழைய காலத்தில், டார்வின் கூறிய 'வாழ்க்கைப் போராட்டம்' என்ற தத்துவம் மும்முரமாக இயங்கியிருக்கும். கடல் நீரில் கரைந்திருந்த அமினே அமிலங்கள் ஒன்ருேடொன்று ஒட்டிக்கொண்டு ஏற்பட்ட சாதாரண புரோட்டீன்கள்தான் அந்தக் காலத்து உயிர் வடிவங்கள். உயிரில்லாத பொருள்களில்கூட டார்வினின் தத்துவத்தைக் காண முடியும். இரும்புப் பொடிகளும், வெள்ளிப் பொடிகளும் கலந்த கலவையின்மீது ஆக்ஸிஜனைப் பாய்ச்சினுல், வெள்ளி ஆக்ஸைடைவிட அதிகமான இரும்பு ஆக்ஸைடுகள் தோன்றுவதைக் காணலாம். ஏனெனில், வெள்ளியைவிட இரும்புக்கு ஆக்ஸைடாக ஆகும் வேகம் அதிகம். இதுபோலவே, புராதனக் கடல்களின் நீரில் கரைந்திருந்த புரோட்டீன் கூறுகளிடையே சிக்கலான பல வகை ரசாயன இயக்கங்கள் நிகழ்ந்திருக்கும். வேகமாக இயங்கும் புரோட்டீன்கள் மற்ற புரோட்டீன்களை மேற்கரித்து ஓங்கியிருக்கும். இப்படி முதல் முதல் உயிர் தோன்றிய நிகழ்ச்சி, அல்லது உயிர்ப்பொருள்கள் உருவான போக்கு நமக்குத் தெளிவாகத் தெரியவில்லை. அது ஒரே மர்மமாக இருக்கிறது. ஏனெனில், அந்தக் காலத்தில் தோன்றிய படிவுப் பாறைகளில் இந்த உயிர்-ரசாயனப்பொருள்கள் ஃபாஸில்களாகப் படியவில்லை. இந்த உயிர்-ரசாயனக் கூறுகள் எப்படி தங்களையே 'நகல் எடுத்துக்' கொண்டன. அதாவது, அதே ரசாயன இயல்புகொண்ட வேறு கூறுகளை உண்டாக்கின என்பதும் நமக்குத் தெரியவில்லை.

உயிர்ப் பரிணமத்தின் முதல் படிகள்

மிருது உடல் கொண்ட நுண்ணிய உயிர்களே முதல் முதல் தோன்றிய உயிர்வடிவங்கள். எனவே, 'பொருட்படிவு நூலில்' இவற்றின் சுவடுகள் கிடைக்க வாய்ப்பில்லை. ஆனல், மறைமுகச் சான்றுகள் நிறையக் காண்கின்றன. ஒரு நூறு கோடி ஆண்டு

களுக்கு முன்பு, சாதாரண சுண்ணும்புக் கற்களே சலவைக்கல் படிவங்களாக மாறின என்று முன்பே கூறியிருக்கிறேம். சமீபத்தில் உண்டான சுண்ணும்புக்கல் படிவுகள் எளிய நுண்ணுயிர் இயக்கத்தால் தோன்றியவை என்று நமக்குத் தெரிகிறது. எனவே, அத்தகைய எளிய நுண்ணுயிர் வடிவங்கள் மிகப் பழைய காலங்களிலும் இருந்திருக்கும் என்று முடிவு செய்யலாம்.

பூமியின் வரலாற்றில் முதல் யுகங்களில் படிந்த இந்தப் பாறைப் படிவுகளில் மெல்லிய காரீய வடிவில் கார்பனும் ஓரளவு அடங்கியுள்ளது. எரிமலே இயக்கத்தால் கார்பன் தோன்றலாம். ஆனல், பாறைகளில் அது படிந்திருப்பதைப் பார்த்தால், உயிர்ப் பொருள்கள் மக்கி அது உண்டாகி யிருக்கலாமென்றும், அந்தப் படிவுகள் பூமிக்குள் ஆழமாக அமுந்தி அமுந்தி, பெரும் அமுத்தத்திற்கும் வெப்பத்திற்கும் உள்ளானபோது, காரீயமாக மாறியிருக்கலாமென்றும் நினைக்க இடமிருக்கிறது. எனவே, 200 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பே, மிகமிக எளிய வடிவில் உயிர் நமது பூமியில் இருந்திருக்கும் என்று தோன்றுகிறது. இந்த உயிர்களுக்குத் திடமான எலும்புக்கூடுகள் இல்லாததால் பறைகளுக்கு இடையே இவை ஃபாஸில்களாகப் படியவில்லே.

மாயசக்தியால் நாம் பல நூறு கோடி வருஷங்களுக்கு முன் போக முடிந்தால், கடல் நீரும் கண்டங்களின் மலேச் சரிவுகளும் எவ்வகை உயிரும் இல்லாதவைபோல் நமக்கு முதலில் தென்படும். ஆனல், ஆராய்ந்து பார்த்தால், பூமியில் உயிர் தோன்றிவிட்டது என்றும், கண்ணுக்குத் தெரியாத பலவகை நுண்ணுயிர்கள் உயிர் வாழப் போராடிவருகின்றன என்றும், உணர முடியும். இந்தப் பழைய காலத்தில், நிலம் இன்னும் வெதுவெதுப்பாக இருந்தது. கடலில் இப்பொழுதுள்ள நீரில் பெரும் பகுதி, அந்தக் காலத்தில் வாயுமண்டலத்தில் கனமான அடர்ந்த மேகங்களாக இருந்தது. சூரிய ஒளி நேராக பூமியின் மேற்பரப்புக்கு வந்து அடைய முடியாது. எனவே, சூரிய ஒளியின் உதவியின்றி, வாழ்ந்து வளரக் கூடிய சில நுண்ணுயிர்களே அந்த இருண்ட ஈரத்தில் உலவியிருக்கும். அந்த உயிர்களில் சில, கடல்நீரில் கரைந்த உயிர்ப்பொருள்களின் மிச்சங்களே உண்டு வாழ்ந்தன. வேறு சில உயிர்கள் உயிரற்ற பொருள்களே உண்டு வாழ்ந்தன. உயிரற்ற, அதாவது, ‘தாதுப் பொருள்களே உண்டு வாழும்’ உயிர்களே இப்பொழுதும் காணலாம். அவைதான் ‘கந்தக இரும்பு பாக்ட்டீரியா’ எனப்படும் இனங்கள். கந்தகம், இரும்பு இவை ஆக்ஸிடைஸ் ஆவதால் அந்த உயிர்கள் தமக்கு வேண்டிய உயிர்ச் சத்தைப் பெறுகின்றன.* பூமியின்

* இந்தப் பாக்ட்டீரிய உயிர்கள் வாழ, காற்றில் ஆக்ஸிஜன் கட்டாயமாக இருக்க வேண்டும்.

மேற்பரப்பை உருவாக்குவதில்கூட இந்தப் பாக்ட்டீரிய உயிர்களுக்குப் பங்குண்டு. முக்கியமாக, இரும்பு பாக்ட்டீரிய உயிர்களால்தான் 'பாக் இரும்பு' என்ற தாதுப்பொருள் கனமாக இந்தப் பூமியில் படிந்தது. இந்தப் பாக் இரும்பிலிருந்துதான் பெரும் பாலும் உலகிற்கு வேண்டிய இரும்பு கிடைக்கிறது.

காலம் செல்லச் செல்ல, பூமியின் மேற்பரப்பானது குளிர்ந்து கொண்டே வந்தது. கடல்களில், நீர் மேலும் மேலும் வந்து பெருகிற்று. சூரியனை மறைத்த அடர்ந்த மேகங்கள் மெலிந்துபோயின. சூரியக் கிரணங்களின் இயக்கத்தால், புராதன நுண்ணுயிர்கள் குளோரோஃபில் என்ற மிகவும் பயனுள்ள ஒரு பொருளை, மெள்ள மெள்ள, உருவாக்கின. காற்றில் உள்ள கார்பன் டை-ஆக்ஸைடைப் பிரித்து, அதிலிருந்து கிடைக்கும் கார்பனை உயிர்ச்சத்துப் பொருளாக ஆக்க, இந்தக் குளோரோஃபில் உதவுகிறது. இப்படி 'காற்றை உண்டு' வாழும் பழக்கம் தோன்றியதும், உயிர்கள் வளரப் புது வாய்ப்புக்கள் கிடைத்தன. கூட்டு வாழ்க்கை இயக்கமும்* சேர்ந்துகொள்ளவே, தாவரங்களில் நாம் தற்போது காணும் பற்பல வகைகளுக்கும் சிக்கலான வடிவங்கள் தோன்றின.

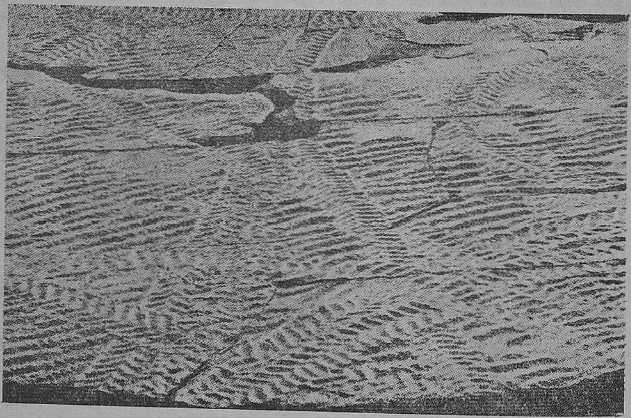
பழைய உயிரினங்களில் சில, வேறு வகையில் வளர்ந்தன. எல்லா உயிர்களுக்கும் நிறையக் கிடைக்கும் காற்றிலிருந்து நேராக உணவை உட்கொள்ளாமல், அவை, தாவரங்கள் கஷ்டப்பட்டுத் தயாரித்த கார்பன் கூட்டுப் பொருள்களை (இவற்றை அப்படியே உட்கொள்ள முடியும்) உண்ணத் தொடங்கின. இப்படியாக, தாங்கள் கஷ்டப்படாமல், பிறருடைய உழைப்பின் பயனை அனுபவிப்பது மிகவும் சுலபம். அதனால், அந்த உயிர்களுக்குச் சக்தி மிச்சமாயிற்று. அந்தச் சக்தியை ஓரிடத்திலிருந்து இன்னோர் இடத்திற்கு நகர்ந்து போக அவை உபயோகித்தன. அப்படி நகர்ந்து போனால்தான், சுலபமாக உணவு கிடைக்கும். தாவர உணவில் திருப்தி அடையாமல், அந்த உயிரினங்களில் சில ஒன்றையொன்று தின்னத் தொடங்கின. இதனால் இரை தேடவும், உண்ண வரும் இன்னொரு பிராணியிடமிருந்து தப்பவும், ஓட வேண்டியதாயிற்று. அதனால்தான் இப்பொழுது பிராணிகளிடையே நாம் காணும் லாகவமான ஓட்டம் வளர்ந்தது. முதல் ஸைலூரியன் யுகத்தில் 'ஸிஃபாலோ பாட்' என்ற பிராணிகள் ஒரு விசித்திரமான முறையில் நகரும் ஆற்றலைப் பெற்றன. 'ஸ்க்குவிட்' என்ற பிராணிகளிடையே இப்போதும் அதைக் காணலாம். எளிய ராக்கெட்டின் தத்துவத்தை அது அடிப்படையாகக் கொண்டது. அந்த ஸிஃபாலோ

* பல உயிர்ஸெல்கள் சேர்ந்திருந்தால், அந்தச் சேர்க்கையால் சிக்கலான பல புதிய உயிர் வடிவங்கள் தோன்றும் நிகழ்ச்சியே 'கூட்டு வாழ்க்கை இயக்கம்' என்று அழைக்கப்படுகிறது.

பாடின் உடல் நூற்கும் கதிரைப் போன்ற வடிவம் கொண்டது. அதை ஒரு மடிப்புள்ள தசைப் போர்வை போர்த்தியிருக்கும். அந்தப் போர்வைக்கும் உடலுக்குமிடையே சிறிது இடைவெளி இருக்கும். போர்வை தளர்ந்தால், அந்த இடைவெளியில் நீர் புகுந்து கொள்ளும். தசை வேகமாகச் சுருங்கும்போது, இந்த நீர் வேகமாக வெளியே பீச்சி அடிக்கும். இந்த வேகத்தினுல், அந்தப் பிராணியானது பின்னேக்கி வெகு வேகமாக நகரும். இந்த ராக்கெட் முறை என்னவோ மிகவும் பயனுள்ளதாக இல்லே. எனவே, நீண்ட உடல்களேப் பக்கவாட்டில் விம்மவும் இறங்கவும் செய்து, நகரும் வித்தையை இந்தப் பிராணிகள் கற்றன. கடலிலும், கண்டங்களில் உள்ள நீர் நிலேகளிலும் உள்ள பிராணிகள் இந்தச் சலன முறையில் மிகமிகத் தேர்ச்சி அடைந்தன. 'ஸ்க்குவிட்' போன்ற வெகுசில பிற்போக்கான பிராணிகளேத் தவிர, மற்றவை இந்த முறையில் தேர்ந்துவிட்டன. ஆனல், இந்தக் காலத்து ஸ்க்குவிட்டுகளுக்குக்கூட பக்கவாட்டில் இரண்டு பட்டைச் செதில்கள் உண்டு. அலேபோல் எழுந்தும், இறங்கியும், அவை மெதுவாக முன்னே நீந்த இவ்வுறுப்புக்கள் உதவுகின்றன.

மிருதுவான உடலும் மாறக்கூடிய உருவமும் கொண்ட உயிர்கள் நீரில் வேகமாக நீந்துவது சிரமம். வேகமாக நீந்த வேண்டுமானல், உறுதியான, மேடுபள்ளமில்லாத உடலமைப்பு வேண்டும். எனவே, தசைகள் செய்யும் வேலேயை, கெட்டியான நகரும் உடற்பகுதிகளின் மூலமாகத்தான் நீருக்கு மாற்றமுடியும். கெட்டியான உடற்பகுதியால் இன்னெரு லாபமும் உண்டு. தாக்கவரும் இன்னெரு பிராணியிடமிருந்து ஓர் உயிர் தன்னேக் காத்துக்கொள்ள முடியும். தானும் வேறு உயிர்களேத் தாக்கமுடியும். இந்த அனுகூலங்கள், வாழ்க்கைக்காகப் போராடும் அவசியத்தோடும், 'தகுதியுள்ள உயிர்களே பிழைத்து நிற்கும்' என்ற நிலேயோடும் சேர்ந்து கொண்டதால், உயிர் அமைப்புக்கள் மாறத் தொடங்கின. அதாவது, இறுகிய கஞ்சி அல்லது நுங்குபோன்ற மிருதுவான உயிரினங்கள் (ஜெல்லி போன்றவை)—நண்டு இருல் ஆகியவற்றைப்போல்—கவசம் போன்ற ஓடுடைய இனங்களாக மாறின. இப்படி கெட்டியான உடல் ஏற்பட்டது, அந்த உயிர்களுக்கு மட்டுமின்றி, அவற்றுக்கு முற்பட்ட பழைய உயிர்களே அறியும் நிபுணர்களுக்கும் பயன் ஏற்பட்டது. மிருதுவான உடல்கொண்ட பிராணிகளின் சுவடுகளே நாம் இப்போது காணமுடியவில்லே. மென்மையான மணலில் எப்போதோ, எங்கேயோதான், அந்தச் சுவடுகள் கிடைக்கின்றன (84-ஆம் படம்). ஆனல் கெட்டி ஓடும், எலும்புக்கூடும் கொண்ட பிராணிகளின் ஃபாஸில்கள் இன்று கிடைக்கின்றன. அந்தப் பிராணிகள் வாழ்ந்த காலத்தில் நாமும் உயிர் வாழ்ந்து

இருந்தால், நாம் எத்தனை சுலபமாக அவற்றை ஆராய முடியுமோ அத்தனை சுலபமாக அந்த ஃபாஸில்கள் நமக்கு ஆராய இடம்



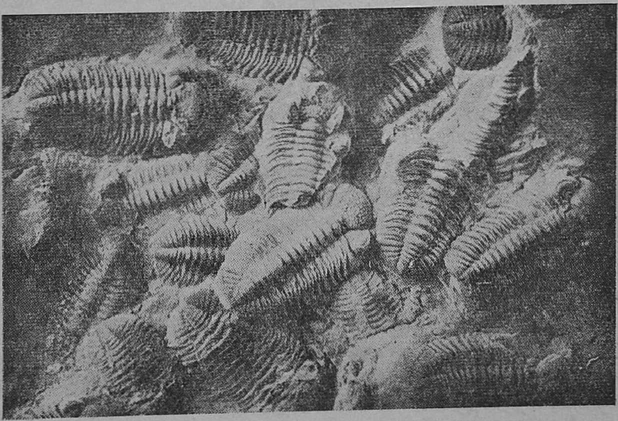
படம்: 84. காம்பிரியன் காலத்தை (கி. மு. 45 கோடி ஆண்டுகளுக்குமுன்) சேர்ந்த ஒரு மணற்பாறையின் தோற்றம். சுவடுகள் ஏதோ புராதன மோட்டாரின் சுவடு என நினைக்க வேண்டாம். ஈர மணலில் பெரிய புழுக்கள் ஊர்ந்த சுவடுகள் அவை. அலைகளால் உண்டான பதிவுகளையும் கவனிக்கவும்.

(*Courtesy of the U. S. National Museum*)

கொடுக்கின்றன. பூமியும், அதன்மீது உள்ள உயிரும் சரித்திர பூர்வமாக எப்போது தொடங்கின என்று கேட்டால், 'கெட்டியான உடற்பகுதிகள் உயிர்களுக்கு ஏற்பட்ட காலத்திலிருந்துதான் என்று சொல்லலாம். பொருட்காட்சிக் கூடங்களில் உள்ள ஓடுகளும் எலும்புக் கூடுகளும் தொல் யுகங்களில் வாழ்ந்த உயிர் வடிவங்களை நம் கற்பனைக் கண்ணால் உருவகப் படுத்திக் காண உதவுகின்றன.

சுமார் ஐம்பது கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, அதாவது பேலியோஸோயிக்கு யுகம் தொடங்கும்போது, கடல் உயிர்கள் கூடிய வரையில் நன்கு வளர்ந்துவிட்டன. அந்தக் காலத்துக் கடற்கரை மணலில் நடந்தால், அலைகள் ஒதுக்கிய கடற்கோரைகளையும், பூண்டுகளையும் காணமுடியும். கிளிஞ்சல்போன்ற அழகிய ஓடுகளையும் சேகரிக்கலாம். ஈர மணலில் சில விசித்திரப் பிராணிகள், (இந்தக்காலத்து குதிரைக் குளம்பு நண்டு போன்றவை) ஊர்வதையும் காணமுடியும். இவை டிரைலோபைட்டு என்ற பிராணிகள்.

(85-ஆம் படத்தைப் பார்க்கவும்). மிகவும் முன்னேறிய பழங்கால உயிர்களில் இவை ஓர் இனம். வளையம் வளையமாக உள்ள புழுக்களின் தோல் கெட்டிப்பட்டு, பிறகு அந்த வளையங்கள் ஒன்று சேர்ந்து தலையாகவும், உடலாகவும் உருவான பிராணிகளே இவை. முதலில் தோன்றிய டிரைலோபைட்டுகள் ஒரு குண்டுசித் தலையின் அளவுதான் இருக்கும். அதன் தலையும் சரியாக வளராமல், கண்ணும் இல்லாமல் இருக்கும். பின்பு, அந்த உயிர்களின் வடிவம் நன்ருக வளரலாயிற்று. ஆர்ட்டோலிஸியன், ஸைலூரியன் யுகங்களைச் சேர்ந்த பொருட்படிவுகளைப் பார்த்தால், இப்படி வளர்ந்த பிராணிகளில் சுமார் ஆயிரம் வகைகளின் ஃபாஸில்களைக் காண முடியும். தங்களுடைய வாழ்வின் உச்சக்கட்டத்தில் இந்த டிரைலோபைட்டுகள் ஓர் அடி நீளத்திற்கு வளர்ந்துவிட்டன. உடலும் விசித்திர வடிவமும், அலங்கார வேலைப்பாடுகளும் கொண்டதாக இருக்கும். ஆனல், இந்த முன்னேற்றம் தடைப்பட்டு நின்றது. பிற்காலத்தில், பெர்மியன் யுகத்தில் ஏற்பட்ட புரட்சியால் இந்த டிரைலோபைட்டுகள் அழிந்து மறைந்தன. பூமி உயர்ந்துவிட்டது; கடல் பின்னேடிவிட்டது. உள்நாட்டு ஏரிகளும், கடல்களும் வற்றி மறைந்து போயின. இதனல் இருபதுகோடி வருடம் பூமியெங்கும் பரந்து நிரம்பியிருந்த இந்தப் பிராணிகளும் அவற்றின் இனமும் ஆப்பலாச்சியப் புரட்சியின் உச்சக் கட்டத்தில் அற்றுப்போய்



படம்: 85. டெவோனியன் காலத்துப் படிவுகளில் காணப்படும் டிரைலோபைட்டுகளின் ஃபாஸில்கள் (கி. மு. 30 கோடி ஆண்டுக்கு முற்பட்டது)—உண்மை அளவு.

(Courtesy of the U. S. National Museum)

விட்டன. டிரைலோபைட்டு இனத்தின் சில தாயாதி வர்க்கங்கள் பல ஆபத்துக்களிலிருந்து மறையாமல் பிழைத்துள்ளன. நண்டு, இறால், ஷ்ரிம்ப்பு இவையெல்லாம் இந்தத் தப்பின சந்ததி இனம்தான். மனிதர்களுக்கு இவை உணவாக பயன்படுகின்றன.

டிரைலோபைட்டுகள் கடல் வாழ் உயிர்களே. எனினும், அவற்றின் உறவுகளில் சில (யூரிப்டெரிடுகள்) கடலிலிருந்து ஆறுகளிலும் உள்நாட்டு ஏரிகளிலும் குடியேறி, உவரில்லாத நல்ல தண்ணீரில் வாழும் பழக்கத்தை மேற்கொண்டன என்று தெரிகிறது. முதல் முதல் வாழ்ந்த யூரிப்டெரிடுகள் மிகச் சிறியவை. சில அங்குல நீளமே இருக்கும். பிந்திய காம்பிரிய யுகத்தின் கடற்படிவுகளில் இவை கிடைத்துள்ளன. பத்து கோடி ஆண்டுகளுக்குப் பின்பு உள்நாட்டு நீர்நிலைப் படிவுகளில் வாழ்ந்த யூரிப்டெரிடுகளோ பத்தடி நீளமுள்ளவை. ஃபாஸில்களாக அவை கிடைத்துள்ளன.

கடலோடு ஒப்பிட்டால், ஆறுகளிலும், ஏரிகளிலும் வாழ்க்கை அவ்வளவு அமைதியாகவும், நிச்சயமாகவும் இராது. அந்த நீர் நிலைகள் பின்பு ஒருகாலத்தில் நீர் கிடைக்காமல் வறண்டிருக்கும். அங்கு வாழ்ந்த பிராணிகள் பெரும்பாலும் செத்திருக்கும். ஆனால், ஒன்றிரண்டு தற்செயலாக, புதிய சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப, வறண்ட நிலத்திலும் வாழக் கற்றுக்கொண்டிருக்கும். இப்படி, பாதகமான சூழ்நிலையால் நீரிலிருந்து நிலத்திற்கு வந்த யூரிப்டெரிடுகளின் சந்ததிகளே—பூரான், மரவட்டை, தேள், சிலந்தி முதலிய பிராணிகள். பிற்காலத்தில் இவற்றில் சில காற்றில் பறக்கும் பூச்சிகளாகவும் மாறின.

இப்பொழுது, முதல் பேலியோஸோயிக்கு யுகத்திற்கு மீண்டும் போவோம். முற்றிலும் வேறுபட்ட இன்னொரு உயிர் வளர்ச்சியை அங்கு காண்கிறோம். (86-ஆம் படத்தைப் பார்க்கவும்). மிருதுவான உடலைச் சுற்றி, கெட்டியான ஓடு வளர்வதற்குப் பதிலாக, சில புழுக்களுக்கு உடல் முழுவதிலும் மையத்தில் கம்பி, அல்லது குச்சிபோன்ற கெட்டியான அமைப்பு ஏற்பட்டது. இன்று மீன்களிலும் முதுகெலும்புப் பிராணிகளிலும் நாம் காணும் முதுகெலும்புத் தண்டின் முதல் வடிவமாக இது இருந்திருக்க வேண்டும். வெறும் புழுக்களுக்கும், மீன்களுக்கும் நடுவேயுள்ள இடைநிலை இது. இன்று காணப்படும் 'லான்ஸெலெட்டு' என்ற பிராணியை இதற்கு உதாரணமாகக் கூறலாம். பார்க்க இவை புழுபோல் இருக்கும். ஆனால், மற்ற புழுக்களைப் போலன்றி, இவற்றின் உடல் முழுவதிலும் மையத்தில் ஒரு கெட்டியான குருத்தெலும்புக் குச்சி ஓடுவதை காணலாம். உடலின் பக்கச் சுவர்களை நிறுத்த, சிறுசிறு முளை போன்ற குருத்தெலும்புக் குச்சிகளும் தெரியும். இந்த அமைப்புத் தான், நாளடைவில் வளர்ந்து, முதுகெலும்பாகவும் விலா எலும்புக

படம்: 86. முதல் பாலியோஸோயிக்கு யுகத்தில் அலைகள் ஒதுக்கிய கடற் கோரைகளும் பிராணி ஓடுகளும் இறைந்து கிடக்கும் கடற்கரை. குழாய் போன்ற நீண்ட வடிவங்கள் நீண்ட ஓடு கொண்ட ஸைலூரியன் காலத்து ஸிஃபாலோபாடுப் பிராணிகள். நத்தை போன்ற வடிவங்கள் உருண்டை ஓடுகள் ஸிஃபாலோபாடுப் பிராணிகள். வலது மூலையில் உள்ள டிரைலோஃபைட்டுகள் மணலில் ஊர்ந்துகொண்டே இருக்கும். அந்தக் காலத்தில் கடல்வாழ் உயிர்கள் வெகுவாக முன்னேறியிருந்தாலும், நிலத்தில் சிலவகை மரவட்டைகளையும் தேள்களையும் தவிர, வேறு உயிர்களே தோன்றவில்லை.
(*Courtesy of the Field Museum of Natural History*)

ளாகவும் ஆயின என்று நம்புகிறார்கள். இவற்றிற்கும் முதல் உயிர்களுக்கும், இந்த முதுகெலும்புதான் முக்கிய மாறுபாடாக இருக்கிறது. சுறுமீன்கள் 'உண்மை'யான முதல் மீனின் பிரதிநிதி என்று சொல்கிறார்கள். ஸைலூரிய யுகத்திலேயே அது வாழ்ந்து வந்தது. அதிலும் தொடர்ச்சியான முதுகுத் தண்டு; சில இடங்களில்தான் குருத்தெலும்பு வளையமாக மாறியிருக்கிறது. வளையங்கள் முழுவதும் தோன்றியது — பிற்காலத்து மீனினங்களிலும், உயர்ந்த இன முதுகெலும்புப் பிராணிகளிலும்தான்.

மிருதுவான உடல்கொண்ட பிராணிகள் எந்தக் காரணங்களைக்கொண்டு நீரைவிட்டு நிலத்திற்குப் போயினவோ, அதே காரணங்களைக் கொண்டுதான் மீன்களும் நீரைவிட்டு நிலத்தில் ஏறி, பல்லி, பாம்புபோன்ற ஊரும் உயிர்களாகவும், நீரிலும் நிலத்திலும் வாழும் உயிர்களாகவும் மாறியிருக்கவேண்டும். பேலியோஸோயிக்கு யுகத்தின் பின்பகுதியில் இந்த வெளியேற்றம் நிகழ்ந்திருக்கவேண்டும். 'டெவோனிய' யுகத்து மேல் படிவுகளிலும், 'கார்பானிஃபெரஸ் யுகத்துக் கீழ்ப்படிவுகளிலும், நீரிலும் நிலத்திலும் வாழ்ந்த பிராணிகளின் அடிச்சுவடுகள் காணப்படுகின்றன. கார்பானிஃபெரஸ் யுகத்தின் மேல் படிவுகளிலும், 'பெர்மிய' யுகத்தின் படிவுகளிலும், இந்த உயிர்களின் எலும்புக்கூடுகள் ஃபாஸில்களாகக் கிடைத்துள்ளன. இந்தப் பிராணிகளுக்கு உடற்கவசம் மிகவும் உறுதியாக இருக்கும். மண்டை ஓடு மிகவும் கெட்டியாகக் கூரைமாதிரி இருக்கும். 'கூரைத்தலைப் பிராணிகள்' என்றே இவற்றுக்குப் பெயர். இந்தப் பிராணிகளின் இனம் இப்பொழுது அழிந்துவிட்டது.

இவற்றில் சில பிராணிகள் சில அங்குல நீளம்தான் இருக்கும். மற்றவை, முக்கியமாக கார்பானிஃபெரஸ் யுகத்தின் பிற்பகுதியில் வாழ்ந்தவை—20 அடி நீளம்வரை இவை வளர்ந்து கிடந்தன. இந்தக் 'கூரைத்தலை'களில் சிலவற்றிற்கு நெற்றியின் நடுவில் மூன்ருவது கண்ணும் இருந்தது! இப்பொழுதுகூட நீரிலும் நிலத்திலும் வாழக்கூடிய சில எளிய உயிர் வடிவங்களிலும், சில முதுகெலும்புப் பிராணிகளிலும், மூன்ருவது கண்ணைக் காணமுடியும். *

மற்ற பல உயிரினங்களில் நிகழ்ந்ததுபோலவே, நீரிலும் நிலத்திலும் வாழக்கூடிய இந்த உயிர்களின் வளர்ச்சி திடீரென்று நின்றுவிட்டது. இதற்குக் காரணம் ஆப்பலாச்சியப் புரட்சியின் முதற்பகுதியில் குளிரும் வரட்சியும் அதிகரித்ததுதான். இந்த இனங்களில் சிற்சில மட்டும் பிழைத்தன, டிரையாஸிக்கு யுகத்திலும் தொடர்ந்து வாழ்ந்தன. தவளை, தேரை போன்ற சில உயிர்கள் தான் இன்று நீரிலும், நிலத்திலும் வாழக்கூடிய உயிர்கள். நீரிலும் நிலத்திலும் வாழ்ந்த சில உயிர்கள் (நீராசையே விட்டுப்போய்) வறண்ட நிலத்தில் நிரந்தரமாகக் குடியேறி வாழத் தொடங்கிவிட்டன என்று தெரிகிறது. இந்த இனங்களின் சந்ததிகள் டைனஸார் போன்ற பிரம்மாண்டப் பிராணிகளாக வளர்ந்து, அடுத்த பத்துக்கோடி ஆண்டுக் காலத்திற்கு ஈடு எதிர்ப்பின்றி, உலகத்தை ஆண்டுவந்தன.

* தலையின் முற்பகுதியில் உள்ள 'பினியல் சுரப்பி'தான் மூன்ருவது கண் இருந்த இடத்தில் இன்று காணப்படுகிறது.

படம் : 87. முதல் பெர்மியன் காலத்தைச் சேர்ந்த சில பல்லி வகைகள் இன்றைய முதலைகளை ஒத்திருந்தன. சிலவற்றிற்கு எலும்பாலான உயர்ந்த செதில்கள் இருந்தன. கால்கள் பக்கவாட்டில் இருந்தன. தரைமீது அவை மெள்ள மெள்ள பரத்திப் பரத்தித்தான் நகரும்.
(*Courtesy of the Field Museum of Natural History*)

இந்த ஊரும் இனங்களைச் சேர்ந்த முதல் பிராணிகள் பெரிய சோம்பேறிகள். இவை நீண்ட உடல் கொண்டவை. இன்றைய முதலைகளைப் போலிருக்கும். இன்னும் சில விசித்திர வடிவங்களை உடையவையாகவும் இருக்கும். உயர்ந்த எலும்புச் செதில்கள், விசிறிபோல் முதுகில் வளர்ந்திருக்கும் எதிர்பாராத தாக்குதல் களைச் சமாளிக்கவோ, என்னவோ. (87-ஆம் படத்தைப் பாருங் கள்). இன்று நாம் காணும் ஊரும் பிராணிகளைப்போல, இந்தப் பழைய உயிர்களுக்கும் கால்கள் பக்கவாட்டில் அமைந்திருந்தன. எனவே, மெதுவாக கால்களைப் பரத்திப் பரத்தியே, அவை தரை யின்மீது நகரும். மெஸோஸோயிக்கு யுகம் தோன்றியபோது, தான் இந்தப் பிராணிகள் நிமிர்ந்து நின்று, ஓடக் கற்றன. இப்படி நிமிர்ந்து நிற்கும் சக்தி ஏற்பட்டதால்தான் அவை நிலத்தையே வென்று, பூமியின் வரலாற்றில் நீண்ட நடுக்காலம் முழுவதும் ஆட்சி செலுத்தினபோலும்!

உயிர்கள் நீரைவிட்டு நிலத்தில் ஏறிய பிறகும், அதற்குச் சற்று முந்தியும், தாவர உலகிலும் அதேபோன்ற மாறுதல்கள் நிகழ்ந்து வந்தன. இன்று தரையில்வளரும் சில தாவரங்கள் கடல் அலை கள் படும்படி ஓரமாக வாழ்ந்த கோரைகளிலிருந்தே உண்டாகி யிருக்கும். கடல் நீர் அடிக்கடி பின்வாங்கிவிடுவதால், அந்த நீர்க் கோரைகளும் நிலத்தில் பிழைத்து வாழப் பழக்கப்பட்டிருக்கும். சில தாவரங்கள் உள்நாட்டு சுத்த நீர் நிலைகளில் வளர்ந்தவை அந்த நீர் வற்றியதும், அவற்றிற்கு வறண்ட நிலத்திலேயே வாழப் பழக்கப்பட்டு, அவற்றிலிருந்தே இன்று நாம் காணும் பல தாவர

வகைகள் தோன்றியிருக்கும். கண்டங்களில் முதலில் தோன்றிய தாவரங்கள், நீரில் தோன்றிய எளிய முதல் தாவரங்களைப்போலவே இருந்தன. புரட்சிகளுக்கு இடைப்பட்ட காலங்களில் எங்கும் பரந்திருந்த, ஆழமற்ற நீர்நிலைகளிலும், சதுப்பு நிலங்களிலுமே, இந்த முதல் எளிய தாவரங்கள் வளர்ந்திருந்தன. அந்தப் புராதன காலத்துக் காடுகள் பார்க்க மிக விசித்திரமாகவும், உற்சாகமற்ற சதுப்புக்களாகவுமே இருந்திருக்கும். பாசி, ஃபெர்ன், குதிரை வாளி, கோரை, போன்றவை மிகப் பெரிய அளவில் வளர்ந்திருக்கும். (88-ஆம் படத்தைப் பார்த்தால் தெரியும்), இவற்றிற்குப்

படம் : 88. மத்திய பேலியோஸோயிக்குக் காலத்தில் மரங்கள் பெரும்பாலும் சதுப்பு நிலங்களில்தான் இருந்தன. குதிரைவாளிகள், ஃபெர்ன், கூட்டுப் பாசிகள் — இவையே அந்தத் தாவரங்கள். அந்த ராட்சதத் தாவரங்கள் பூமியில் அழுந்தி, கரியான மிச்சம்தான் இன்றைய நிலக்கரிப் படிவங்களாகிவிட்டது.

(Courtesy of the Field Museum of Natural History)

பூவோ, காயோ கிடையாது, எல்லாம் 'ஸ்ப்போர்' தாவரங்கள். பல கோடி ஆண்டுகளுக்குப் பிறகே, இவை வளர்ந்து, இன்று நாம் காணும் உயர்ந்த ரக மரம், செடி, கொடிகளாக ஆகியிருக்கும்.

பரந்து கிடந்த சதுப்புக்களில்தான் அந்தக் காலத்து தாவரங்கள் வளர்ந்திருந்தன. அந்த பிரம்மாண்டமான தாவரங்கள் பல கீழே விழுந்ததும், நீர் வந்து மூடிக்கொள்ளும். எனவே, அந்தத் தாவரங்கள் காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனை அடையமுடியாமல், மக்கிப் போய், நீண்டகாலத்திற்குப் பிறகு வளமான நிலக்கரிப் படிவங்களாக ஆகியிருக்கும். பிந்திய பேலியோஸோயிக்கு யுகத்தின் மத்தியில் இந்த நிலக்கரிப் படிவங்கள் ஏராளமான அளவுக்குத் தோன்றின. அந்தக் காலம் கி. மு. 285,000,000 முதல் கி. மு. 235,000,000 வரை உள்ள சுமார் ஐந்து கோடி ஆண்டுகள் ஆகும். புவி-இயலார்கள் இதை 'கார்பானிஃபெரஸ் யுகம்', அல்லது 'கரி கண்ட காலம்' என்று சொல்கிறார்கள்.

படம் : 89. டைரன்னோஸாரஸ் ரெக்ஸ் என்ற ராட்சதப் பல்லி காங்கரு போன்ற தோற்றம் கொண்டது. கிரிட்டேஷியஸ் காலத்தில் இதைக்கண்டு மற்ற பிராணிகள் அனைத்தும் அஞ்சி நடுங்கின. கொம்புள்ள பல்லிகளும் அப்போது இருந்தன. அவற்றில் மிகவும் பெரியது: டிரைஸிராட்டாப்பு என்ற பிராணி.

(*Courtesy of the Field Museum of Natural History*)

ராட்சதப் பல்லிகள் ஆண்ட நடுக்காலம்

மெஸோஸோயிக்கு யுகத்தில் வறண்ட நிலப்பகுதியில் உயிர் இனங்கள் ஆச்சரியமாகத் தோன்றி வளர்ந்தன. சிறிய ஊரும் இனங்கள் (ஊர்வன) 'டைனோஸார்' என்ற பிரம்மாண்ட ராட்சத வடிவங்களாக ஆயின. நம்முடைய பெரிய கற்பனைகளைக்கூடப் பிரமிக்கச் செய்யும் வடிவங்கள் அவை. முதல் ட்ரையாஸிக்கு யுகத்தின் முற்பகுதியில் பதினைந்து அடி நீளமுள்ள சாதாரணப் பிராணிகளாகத் தொடங்கி, அந்த யுகம் முடியும்போது மாபெரும் வல்லபங்களாக அவை வளர்ந்துவிட்டன. டைனோஸார் சற்றே மெலிந்து வெடவெடவென்ற உடலமைப்புடைய பிராணி தான். ஆனால், பின்னங்கால்களில் தசை சுமந்திருக்கும், வாலில் அபார மான பலம் நிறைந்திருக்கும். ஓடும்போது, கீழே விழுந்துவிடா மல், அந்தப் பிராணியைச் சமநிலையாகக் காத்தது இந்த வால் தான். பார்வைக்கு அவை இன்றைய ஆஸ்டிரேலிய காங்கரு மாதிரியே இருந்திருக்கும். ஆனால், காங்கருவுக்கு உரோமம் உண்டு. தலையும் அந்த மாதிரி இராது. டைனோஸாரின் தலை ஊரும் பிராணிகளின் தலை.

அந்த முதல் டிரையாஸிக்கு டைனோஸார்கள் வளர்ந்து, அள விலும் பழக்கத்திலும் வேறுபட்ட எத்தனையோ வகையான வடிவங் களாக மாறின. அவற்றில் மிகவும் பயங்கரமானது: 'டைரன்னொ ஸாரஸ் ரெக்ஸ்' என்பதேயாகும். அதன் உயரம் இருபது அடி. மூக் கின் நுனியிலிருந்து வாலின் நுனி வரையிலும் அளந்தால், 45 அடி நீளம் (89-ஆம் படம்). க்ரிட்டேஷியஸ் யுகத்தைச்சேர்ந்த அந்த

அரக்கனோடு ஒப்பிட்டால், விலங்குகளின் அரசனான மாட்சிமை தங்கிய சிங்க ராஜாவை வெறும் அப்பாவிப் பூனைக்குட்டி என்று தான் சொல்லவேண்டும்.

அந்த ராட்சதனுக்கு நேர் எதிராக அந்தக் காலத்தில் வேறு ஓர் ஊரும் பிராணியும் இருந்தது. அதன் பெயர்: ஆர்னிதோ-மைமஸ். அளவில் சிறியது. மிகவும் சாது. தீக்கோழி போன்ற சாயலாக இருக்கும். அந்தச் சாதுக்கள் புழுக்களையும், சிறு பூச்சி களையுமே உண்டு வாழ்ந்தன. பல்லுக்குப் பதிலாக, பறவைகளின் அலகுபோன்ற, கொம்பு அமைந்த அலகுதான் அவற்றிற்கு இருந்தது.

டைனோஸார்கள் பின்னங்காலால் நடக்கும். முன்னங்காலை உண்ணவோ, சண்டைபோடவோ பயன்படுத்தும். இந்த டைனோ ஸார்களைத் தவிர, அந்தக் காலத்தில் பல்லி மாதிரி இன்னொரு பிராணி இருந்தது. பல்லி என்றால், அளவில் அல்ல; தோற்றத்தில். பெர்மிய யுகத்தில் வாழ்ந்த ஊரும் பிராணிகளின் நேர்ச் சந்ததி கள் இவை என்று தோன்றுகிறது. ஆனால், அதிகமாக ஓடியாட முடியாது. ஜுராஸிக்கு யுகத்துக் காடுகளில் திரிந்த "டிப்லடாக் கஸ்", அதன் சகோதரன் "ப்ரான்ட்டஸாரஸ்" என்ற அந்தப் பிரா ணிகள் ஐம்பது டன் எடை உள்ளவை. மூக்கு நுனி முதல் நீள வாலின் நுனிவரை 100 அடி நீளம். ஸ்டெகோஸாரஸின் முதுகு முழுவதும் கனமான கவசப்பாளத்தைக் காணமுடியும். (90-ஆம் படத்தைப் பாருங்கள்).

அந்த யுகத்தில் 'கொம்பர்'களுக்கும் பஞ்சமில்லை. ட்ரைஸிரா-டாப்பு (89-ஆம் படம்), புரோட்டோஸிராடாப்பு இவை இரண்டும்

படம்: 90. ஜுராஸிக்கு காலத்துக் காடுகளில் டிப்லடாக்கஸ், அதன் கிட்டிய உறவான ப்ரான்ட்டஸாரஸ் (50 டன் எடை, 70 அடி நீளம்), முதுகில் கனக் கவசம் கொண்ட ராட்சத ஸ்டெகோஸாரஸ் ஆகியவை சஞ்சரித்தன.

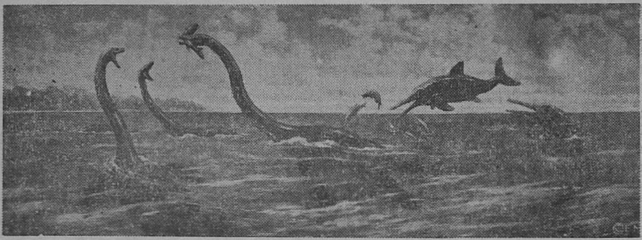
(*Courtesy of the U. S. National Museum*)

படம் : 91. மங்கோலியாவில், கோபி பாலையின் மணலில் புதைந்து கிடந்த டைனோஸார் புரோட்டோஸிராடாப்பின் முட்டைகள்.
(Courtesy of the American Museum of Natural History)

கொம்புள்ள ராட்சதப் பிராணிகள். புரோட்டோஸிராடாப்பின் முட்டைகள் சில, ஏதோ அதிர்ஷ்டவசமாக, தற்செயலாக, பழைய உயிர் ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு கிடைத்துள்ளன. (91-ஆம் படத்தில் அவற்றைக் காணலாம்.)

ஒரு முக்கியமான விஷயம் : இந்த உயிரினங்களில் ஒன்று நிலத்தில் வாழப் பிடிக்காமல், கடலுக்கே திரும்பிப் போய், இன்றுள்ள நீர் - நாய், திமிங்கிலம் ஆகியவற்றைப்போல அங்கேயே வாழக் கற்றுக்கொண்டன.* மெஸோஸோயிக்கு யுகத்தின் கடல்களில், நீந்தக்கூடிய ஊர்வன பல இருந்தன. அவை தீனிக்காக எப்போதும் ஒன்றோடொன்று சண்டையிட்ட வண்ணமிருந்தன. கடலில் வாழ்ந்த ஊர்வனவற்றில் முக்கியமானது இக்தியோஸாரஸ். இது பார்வைக்கு மீன்மாதிரி இருக்கும். இன்னொன்று பிலீஸியோஸாரஸ். இது பார்க்க விகாரமாக இருக்கும். ஆனால், அன்னம் போன்ற நீண்ட கழுத்து இருந்ததால், மீன்களை சூரத்தனமாக அது பிடிக்கும்.

* சில பாலூண் இனப் பிராணிகள் ஏதோ ஒரு காலத்தில் கடலுக்கே திரும்பி வந்து வாழத் தொடங்கின. அவற்றில் ஒன்றுதான் திமிங்கிலமும்.



படம்: 92. மெஸோஸோயிக்குக் காலத்தில் பலவிதமான கடல்வாழ் பல்லிகள் உலவின. பொதுவாக, மீன் போன்ற இக்தியோஸாரஸும், மீன் பிடிக்க உதவும் நீண்ட அன்னக்கழுத்து கொண்ட பிலீஸியோ ஸாரஸும் — அந்தப் பிராணிகளில் முக்கியமானவை.

(*Courtesy of the Field Museum of Natural History*)

நடுக்கால ராஜ்யத்தில் மிகவும் விசித்திரமான இன்னொரு பிராணியும் இருந்தது. அதுதான் டீரோடாக்ட்டில். அந்தப் பிராணிகள் அந்த சாம்ராஜ்யத்தின் விமானப் படை! அவை பறக்கும். தோலால் ஆன இறக்கைகள், வெற்று உடம்பு, கூரான பற்கள் நிறைந்த வாய் (93-ஆம் படம்) உடையவை. ஊரும் பிராணிகளின்

படம்: 93. பல்லிகள் ஆண்ட காலத்தில். விமானப் படை போல டீரோடாக்ட்டில்கள் (இடது மேல் மூலை) எங்கும் பறந்தன. தோலால் ஆன இறக்கையும், கூரிய பற்களும், வெற்று உடலும் கொண்டவை அவை. கிரிட்டேஷியஸ் காலத்தில் அவை மிகமிக வளர்ந்திருந்தன. சில ஃபாஸில்களில் 25 அடி இறக்கைப் பரப்புகொண்ட பிராணிகள் அகப்பட்டுள்ளன. படத்தின் கீழ் வலது மூலையில் புராதன ஆமை காணப்படுகிறது.

(*Courtesy of the Field Museum of Natural History*)

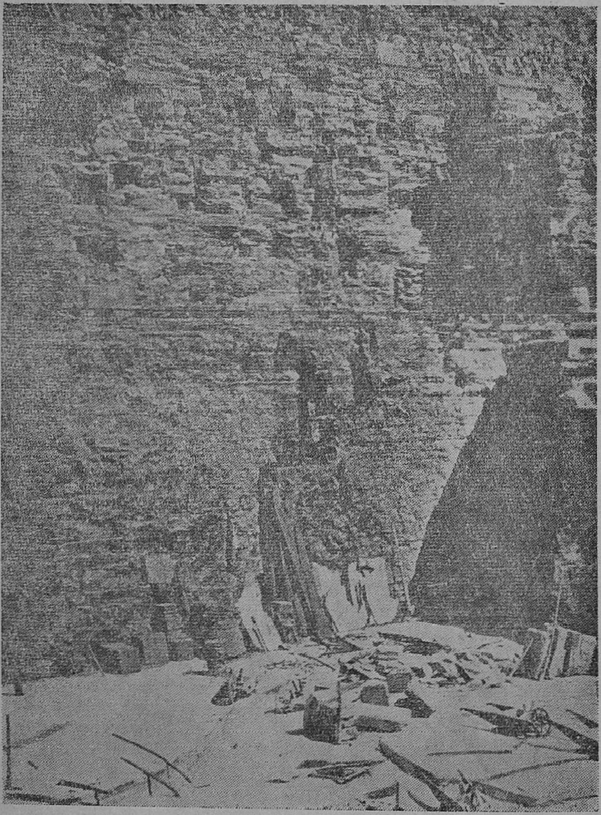
ஆட்சி உச்சக் கட்டத்தை அடைந்த கிரிட்டேஷியஸ் யுகத்தில் இந்தப் பறக்கும் ராட்சத உயிர்களும் பெருமளவுக்கு வளர்ந்திருந்தன. பக்க வாட்டில் பரப்பிய இறக்கைகளை ஒரு கோடியிலிருந்து மறு கோடி வரை அளந்து பார்த்தால் 25 அடி நீளம் இருக்கும்.

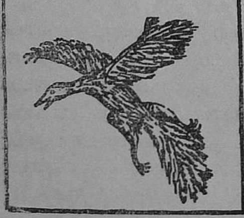
ஜூராஸிக்கு யுகத்துப் படிவங்களில் கண்ட ஃபாஸில்களை ஆராய்ந்ததில், இந்தப் பறக்கும் பூதங்கள்தான் இந்தக் காலத்துப் பறவைகளுக்கும் முற்கால உயிர்களுக்கும் இடைப்பட்ட இனமோ என்று தோன்றுகிறது. ஃபாஸிலில் கண்ட உயிரின் பெயர் ஆர்க்கியோப்டீரிக்ஸ். பழைய காலத்துப் பறக்கும் பல்லியையும் இந்தக் காலத்துப் பறவையையும் கலந்து உருவாக்கினாற்போல் இருக்கிறது இது. அதாவது பாதி ஊரும் பிராணி, பாதி பறவை—இந்த ஆர்க்கியோப்டீரிக்ஸுக்குப் பறவைபோல் சிறகு இருந்தது. ஆனால், அதன் கூர்ந்த பல்லையும், இறக்கைகளின் நுனியில் வளைந்த கூர் நகங்களையும், நீண்ட கூரான வாலையும் பார்த்தால், இது பழைய ஊரும் இனத்தைச் சேர்ந்த பிராணி என்பது தெரியும். ஊர்வன, பறப்பன-இரண்டும், பார்வைக்கு வெவ்வேறாக இருக்கின்றன. பரிணம வளர்ச்சியில் ஒன்றிலிருந்து இன்னொன்று வருகிறது. இந்தத் தொடர்ச்சியை அறிய ஆர்க்கியோப்டீரிக்ஸ் என்ற பிராணியைவிட வேறு உதவி தேவையில்லை. (படம் : 94).

கடலிலும், தரையிலும், காற்றிலும் நிறைந்து, கொடிகட்டி ஆண்ட டிரன்னோஸாரஸ், ஸ்டெகோஸாரஸ், இக்தியோஸாரஸ், ப்லீஸியோஸாரஸ் போன்ற பிராணிகள் பூமியின் வரலாற்றிலேயே மிகமிக வல்லமை பெற்றவை. ஆனால், திடீரென்று எதிர்பாராதவிதமாக மெஸோஸோயிக்கு யுகத்தின் இறுதியில் இந்த ராட்சதக் கூட்டம் அத்தனையும் அழிந்து மறைந்துவிட்டது. ஏதோ பெரிய பிரம்மாண்டமான புயல் சீறி அழித்ததுபோல் இந்த 'ஸாரஸ்'கள் எல்லாம் அழிந்துவிட்டன.* அவை அழிந்த பின்பு சிறிய பாலூண் இனப் பிராணிகள் தோன்றின. சமயம் வரட்டும் என்று பத்து கோடி ஆண்டுகளாகக் காத்திருந்த அந்தப் பாலூண் இனங்கள் அப்போது தலையெடுக்கத் தொடங்கின.

பூமியின் வரலாற்றிலேயே ஒப்பற்ற வலிமையுடன் வாழ்ந்த ஒரு பிராணிக்கூட்டம் இப்படிப் பூண்டோடு அழிந்து மறையக் காரணம் என்ன? அதுதான் சரியாகத் தெரியவில்லை. லாரமைட்டுப் புரட்சி தோன்றுவதற்கு ஆயத்தமாக பூமி உந்தி உயரத் தொடங்கிற்று என்றும், சீதோஷ்ண நிலை கடுமையாக மாறிவிட்டது

* இப் பிராணி வர்க்கத்தில் தற்போது மிஞ்சியிருப்பவை முதலைகள், ஆமைகள் போன்ற சில பிராணிகளே.





படம் : 94. பவேரியாவில் ஸோலென் ஹோஃபெனில் ஆர்க்கியோப்டீரிக்ஸ் என்ற முதல் பறவை ஜுராஸிக் காலத்துப் படிவுகளில் கிடைத்துள்ளது. கீழே உள்ளது அந்த முதல் பறவையின் கோட்டுப் படம்.
(Courtesy of the U. S. National Museum)

என்றும் சொல்லுகிறார்கள். கடல்களும் சதுப்புநிலங்களும் மறைந்த தால், டைனோஸார்களின் அத்தனை வகைகளுமா மறைந்திருக்கும்! அவைதான் வறண்ட நிலத்திலும் சஞ்சரிக்கத் தகுதி வாய்ந்திருந் தனவே? மேலும், வெப்பம் குளிர்வதற்கு வெகுகாலம் முன்பே டீரோடாக்ட்டில் போன்ற சில இனங்கள் அற்றுப்போயினவே! பாலூண் இனங்கள் தோன்றி முன்னேறத் தொடங்கியதுதான் டைனோஸார்கள் மறையக் காரணம் என்றும் சொல்கிறார்கள். எலிகளின் அளவிலேயே முதலில் தோன்றிய பாலூண் இனப் பிராணிகள் பறந்துவரும் பிரம்மாண்ட டைனோஸார் ஒன்றை வீழ்த்தியிருக்க முடியாது. ஆனால், பாலூண் இனங்கள், உணவு தேடும் வேட்டையில், டைனோஸார்களின் முட்டைகளைத் தின்று, அவை பிறக்கும் வேகத்தை நாசகரமான அளவுக்குக் குறைத்து விட்டனவோ என்னவோ? இந்தச் சமாதானமும் திருப்திகரமாக இல்லை. இக்தியோஸாரஸ் போன்ற பெரிய பிராணிகள்பெற்றெடுத்த குஞ்சுகள் தங்களைக் காத்துக்கொள்ளும் சமர்த்துக்கூட இல்லாமல் போயிருக்கமாட்டா. அவை வடிவில் பெரியவை.

ஒரே ஒரு காரணம்தான் மிகவும் ஒப்புக்கொள்ளக்கூடியது. இது இனமழியும் பல உயிர்களுக்கும் பொருந்தும். உயிர்களில் பழையவற்றில் இயற்கையாகவே பிறப்பு விகிதம் குறைவதால், ஓர் உயிரினம் அற்றே போய்விடும் என்ற கொள்கைதான் அது. குறிப் பிட்ட ஓர் உயிர்ப்பரிணமத்தில் ஒவ்வொரு புதிய தலைமுறையும் முந்திய தலைமுறைகளின் ஜனனஸெல்கள் பிரிவதாலேயே தோன்று கிறது. தலைமுறை தலைமுறையாகப் போகும்போது, ஓர் உயிர் வகையின் சக்தி 'நீர்த்து' அல்லது வலுவிழந்துவிடுகிறது. பழைய உயிர்களின் ஜனன ஸெல்கள், மெள்ள மெள்ள, பிரிய முடியாத அளவுக்குச் சோர்ந்துபோய்விடும்.

இந்த வாதம் சரியா, தவறா என்று ஏதும் சொல்லுவதற்கில்லை. ஏனெனில், உயிர்ஸெல்களின் இயல்புகள், அவை பிரியும் முறை, இவைகளைப்பற்றி நாம் இதுவரை தெரிந்துகொண்டிருப்பது மிகவும் சொற்பம். ஆனால், உயிர்வாழும் ஆற்றல் 'களைத்துப்' போகும் என் பது நம்பமுடியாத செய்தியன்று. வெகுகாலம் வாழ்ந்து மூப் படைந்தே சில பிராணி-தாவர வர்க்கங்கள் இனம் அழிந்துபோக லாம். 'பழையதை வாழ்வது' (பழமை பின்வாழ்வு) என்ற ஒரு தத்து வம் உயிரியலில் உண்டு. ஒவ்வொரு தனி உயிரும், தன்னுடைய கருநிலையில், தன் இனம் வாழ்ந்து வளர்ந்த கட்டங்களையெல்லாம் வாழ்ந்துவிடுகிறது என்று அந்தத் தத்துவம் சொல்கிறது. அதாவது, ஒரு தனி உயிரின் வளர்ச்சி அந்த இனத்தின் வளர்ச்சிக்கு இணையா கவே இருக்கிறது. அப்படியானால், இந்தத் தத்துவத்தை மாற்றிப் படிப்பதும் பொருத்தமாகவே இருக்கும். அதாவது, ஓர் இனத்தைச்

சேர்ந்த தனி உயிர்கள் நிச்சயமாக இறப்பதுபோல, அந்த இனமே ஒரு காலத்தில் அழிந்து மறையத்தான் வேண்டும்.

"பால் யுகம்"

'ரத்தத்தோடு வந்தது' என்று ஒரு பிறவிக் குணத்தை வர்ணிப்பதுபோல, 'தாய்ப் பாலோடு வந்தது' என்று இளமையிலேயே பழகிவிட்ட சில பழக்கங்களை மேநாட்டார்கள் சொல்லுவார்கள். பால் சுரக்கும் சுரப்பிகள் மனித இனம் உட்பட பல உயர்ந்த உயிரினங்களுக்கு அமைந்த முக்கியமான உறுப்புக்களாகும். டக்பில், எறும்பு தின்னி போன்ற சில பாலூண் பிராணிகள் முட்டையும் இடுகின்றன; அவை குழந்தைகளைப் பால் கொடுத்தும் வளர்ப்பதால், அவற்றையும் பாலூட்டும் வர்க்கத்திலேயே சேர்த்திருக்கிறார்கள். பாலூட்டும் உயிர்கள் பிந்திய பேலியோஸோயிக்கு யுகத்தில் தோன்றின என்று தெரிகிறது. சிறிய அளவுள்ள சில ஊரும் பிராணிகள் குழந்தை வளர்ப்பில் மிகவும் அக்கறை கொண்டிருக்க வேண்டும். அந்தப் பிராணிகளுக்குப் பால் தயாரிக்கும் உறுப்புகள் உண்டாயின. ஆனால், மெஸோஸோயிக்கு யுகம் முழுவதும் நிலம், நீர், காற்று, எங்கிலுமே டைனேஸார் போன்ற ராட்சதப் பிராணிகள் சஞ்சரித்து ஆண்டதால், குழந்தைகளின்மீது பேரன்பு கொண்ட இந்தச் சிறு பிராணிகள் அபிவிருத்தியடைய எந்த வாய்ப்பும் கிட்டவில்லை. ஜுராஸிக்கு யுகத்தின் படிவுகளில் இந்தப் பழைய பாலூட்டி உயிர்களின் மிச்சங்களை எப்போதாவது காண முடிகிறது. இவை ஒரு சிறு நாயின் அளவுதான் இருக்கும். பெரும் பாலும் டைனேஸார்கள் வாழ்ந்துள்ள பகுதிகளின் பக்கத்திலேயே இவை காணப்படுகின்றன. டைனேஸார்களுக்கு இவை ருசியான உணவாக இருந்திருக்கவேண்டும். ஆனால், இந்த பாலூட்டிகளின் சுவடுகள் உலகம் எங்குமே (முக்கியமாக, ஆப்பிரிக்காவில்) காணப்படுவதால், வாழ்க்கைப் போராட்டத்தில் இவை வெற்றி அடைந்தன என்றும், வளரக்கூடிய பண்புகள் அவற்றின் உடலிலேயே மிகுந்திருந்தன என்றும் தெரிகிறது. இந்த உலகில் பழைய பாலூட்டிகளின் ஃபாஸில்கள் காணப்படாத இடம் ஆஸ்டிரேலியா ஒன்றுதான். அங்குதான் விசித்திர பாலூட்டிகளான டக்பில், முதுகில் முள்ளடர்ந்த எறும்பு தின்னிகள், காங்கரு போன்ற பிராணிகளும் வாழ்கின்றன.*

---

* காங்கருவை மிகப் பழைய வகையைச் சேர்ந்த பாலூட்டி என்றுதான் சொல்லவேண்டும். முட்டையிடாவிட்டாலும், அவை முழு வளர்ச்சி அடைந்த குட்டிகளை ஈன்றெடுப்பதில்லை. ஈன்ற பிறகு, முழு வளர்ச்சி அடையும்வரையில் குட்டிகளை தன் வயிற்றில் உள்ள பையில் வைத்துக் காப்பாற்றுகின்றன.

இந்தத் தனித்த கண்டத்தில் வெகு காலத்திற்குப் பிந்திய பாலூட்டிகள் தோன்றியிருக்கவேண்டுமென்று இதிலிருந்து ஊகிக்க வேண்டியிருக்கிறது. உலகின் இதர பாகங்களில் பாலூட்டிகள் தோன்றியதற்கும், இதற்கும் தொடர்பில்லை. நேர்ப் பாரம்பரியம் இல்லாமல், ஒரே மாதிரியான சூழ்நிலைகளில் கிட்டத்தட்ட ஒரே மாதிரியான உயிர்வடிவங்கள் தோன்றக்கூடும் என்ற கொள்கைக்கும் இது ஆதரவு அளிக்கிறது. வெவ்வேறு கண்டங்களில் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பின்றி உயிர்ப்பரிணமம் நிகழ்ந்தது என்று சொல்லும்பொழுது, ஒரு கண்டத்தின் நிலப்பரப்பளவுக்கும் அங்கு உயிர்கள் வளர்ந்த வேகத்திற்கும் சம்பந்தம் உண்டா என்ற பிரச்னையைக்கூட ஆராய்ந்து பார்க்கவேண்டும். சோதனைகளும், தவறுகளும் செய்து செய்துதான் புதிய உயிர்களை இயற்கை தோற்றுவிக்கிறது: தவறுகள்தான் அதிகமாக இருக்கும்.* எனவே, உயிர்களின் எண்ணிக்கைக்கு ஏற்பவே முன்னேற்றமும் உண்டாகும். யுரேஷியாவும், ஆப்பிரிக்காவும், அளவில்பெரியவை. அங்கு பரிணமத்தின் வேகம் அதிகமாகியிருக்கும். அமெரிக்காக் கண்டங்களில் அந்த வேகம் சற்றுக் குறைவாகவும், தனித்த சிறு கண்டமான ஆஸ்டிரேலியாவில் இன்னும் மிகக் குறைவாகவும் இருக்கும்.

இந்த மாதிரி ஊகங்களில் அதிகமாகவும் ஈடுபடக்கூடாது. ஏனெனில், இவற்றைச் சரி என்றோ, தவறு என்றோ, முடிவுகட்ட இப்பொழுது போதிய சான்றுகள் இல்லை. எனவே, பாலூட்டிகள் வளர்ந்த கதைக்கே மீண்டும் போவோம். பூமியில் எங்கு பார்த்தாலும் டைனோஸார் போன்ற ராட்சதப் பிராணிகள் ஆட்சி செலுத்தி வந்தவரையில், இந்தச் சிறிய பிராணிகள் கோடிக் கணக்கான ஆண்டுகளாக முன்னேறுமல் தடுமாறிக்கொண்டிருந்தன. லாரமைட்டுப் புரட்சிக்கு முன், அந்த ராட்சத உயிர்கள் மறைந்தவுடன், எதிர்பாராத விதமாக, இந்தப் பாலூட்டிகளுக்கு யோகம் அடித்தது. கண்டங்கள் எங்கிலும் தனியரசு நடத்தத் தொடங்கி, அவை மிக வேகமாக முழு வளர்ச்சி அடைந்துவிட்டன.

உயிர்களின் வரலாற்றில் இயோஸீன் யுகத்துடன்தான் நவீன காலம் தொடங்குகிறது. அப்போது பாலூட்டிகள் உலகெங்கும் தோன்றிவிட்டன. இன்று நாம் காணும் பல விலங்குகளின் மூதாதைகள் அந்தக் காலத்தில் ஏராளமாக இருந்தன. ஆனால், அவை

---

* ஒரு உயிரின் அமைப்பில் தானாகத் தோன்றும் மாறுதல்களில் சிற்சிலவே வாழ்க்கைப் போராட்டத்தில் பயன்படும். இந்தப் பயனுள்ள மாறுதல்களைத் தான் இயற்கை இருத்திக்கொள்ளும். அவைதான் பாரம்பரியமாக சந்ததிகளுக்கும் தோன்றி நிலைபெறும்.

எல்லாமே அளவில் மிகமிகச் சிறுத்திருந்தன. இப்போதுள்ள அளவுக்கு அவை வளர நாலுகோடி ஆண்டுகள் பிடித்தன. இயோஸீன் யுகத்துக் குதிரைகளும் ஒட்டகங்களும் இன்று நாம் காணும் வீட்டுப் பூனையளவே இருந்தன! காண்டாமிருகம் பன்றியளவுதான் இருந்தது! யானைகள் மனிதனின் இடுப்பு உயரம்தான் இருக்கும்! மனிதன் அந்தக் காலத்தில் இல்லவே இல்லை. சிறிய மனிதன்கூட இல்லை. ஆனால், குரங்குகள் ஏராளமாக இருந்தன. மர உச்சியிலிருந்து தேங்காய்களைப் பிடுங்கிப் பி டு ங் கி ப் போட்டு, அவை மகிழ்ந்துகொண்டு இருந்தனபோலும். வேட்டையாடி இரை தேடும் பிராணிகள் அந்தக் காலத்தில் 'கிரியோடான்ட்டு' என்ற பெயரில் உலவின. பின்பு, அவை இரு பெரும் கிளைகளாக வளர்ந்தன. ஒரு கிளை நாயைப் போலவும் (நாய், ஓநாய், கரடி), இன்னொரு கிளை பூனை போலவும் (பூனை, புலி, சிங்கம்) உருவம் கொண்டன.

நாளடைவில் பாலூட்டிகளிலேயே முதலில் தோன்றிய சில இனங்கள் அற்றுப்போயின. மற்றவை மெள்ள வளர்ந்து, அளவிலும் பருக்கலாயின. மையோஸீன் யுகத்தில், அதாவது இரண்டு கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன், குதிரைகள் ஷெட்லாந்து மட்டக் குதிரைகளின் அளவுக்கே வளர்ச்சி அடைந்தன, காண்டாமிருகம் பால் ஊட்டும் மிருகமாகிவிட்டது. சும்மா ஓர் உதை உதைத்து, அதை நகர்த்திவிட முடியாது. ஆனால், அந்தக் காலத்தில் மிகவும் பலம்பெற்று வாழ்ந்த மிருகங்கள் 'என்ட்டிலோடான்ட்டு' என்ற பெரிய காட்டுப் பன்றிகளேயாகும். அவை ஒரு பெரிய எருது அளவு உயரம் இருக்கும். மண்டை ம ட் டு ம் நான்கடி நீளம் (95-ஆம் படம்). இன்றைய யானையின் மூதாதையும் அளவில் பருக்கலாயிற்று முதலில் க ண் ணு க் கு த் தெரியாமலே இருந்த அதன் துதிக்கை மேலும் மேலும் நீளத் தொடங்கிற்று. ஐரோப்பாவிலும், தெற்கு ஆசியாவிலும் (அமெரிக்காவில் இல்லை), அவ்வப்போது விகாரமான பெரும் வா லி ல் லா க் குரங்குகளையும் காண முடிந்தது. ட்ரையோபித்தேகஸ் என்ற இந்தக் குரங்குகளை இன்றைய கொரில்லாக்களின் எட்டிய உறவு என்று சொல்லலாம்.

பிலீஸ்டோஸின் பனியாறுகள் தோன்றும் வரையில், பூமியின் சீதோஷ்ண நிலை அதிக வெப்பமோ குளிரோ இன்றி, சுகமாக இருந்தது என்பதை நாம் மறக்கக்கூடாது. வடக்கு அட்சாம்சப் பகுதிகளில்கூட, உணவு நிறையக் கிடைத்தது. இன்று வெப்ப மண்டலத்தில் மட்டும் காணப்படும் விலங்குகள் அப்போது ஐரோப்பா, வட அமெரிக்கா, வடக்கு ஆசியா ஆகிய கண்டங்களில், பல இடங்களில் சஞ்சரித்தன. அந்தக் காலத்தில், அமைந்த படிவங்களைப் பார்த்தால் யானை, காண்டாமிருகம், சிங்கம், புலி (இப்போது இனம்

படம்: 95. மியோஸீன் காலத்தில் மிக வலிவுடன் வாழ்ந்த என்ட்டிலோடான்ட்டுகள் என்ற ராட்சதக் காட்டுப் பன்றிகள். எருதுபோன்று பருத்திருந்த அவற்றிற்கு 4 அடி நீள மண்டைகள் இருந்தன. 2 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு இருந்த காண்டாமிருகம் (இடது பக்கம் பின்னணியில்) ஒரு நாய் அளவுதான் இருந்தது. அந்தக் காலத்தில் வாழ்ந்த குதிரைகள் (மத்தியில் பின்னணி) இன்றைய ஷெட்லாந்து மட்டக் குதிரை போலவும், புராதன ஒட்டகங்கள் (இடது பக்கம் பின்னணி) இன்றைய மான்களைப் போலவும் இருந்தன.

(Courtesy of the Field Museum of Natural History.)

இல்லாமல் அழிந்துபோய்விட்ட கத்திப்பல் புலி), மற்றும் இன்று ஆப்பிரிக்காவின் பூமத்திய ரேகைப் பகுதியில் மட்டும் காணப்படும் மிருகங்களும் அந்தக் காலத்தில் நியூயார்க்கு, பாரிஸ், மாஸ்கோ, பீக்கிங் ஆகிய நகரங்கள் இன்று இருக்கும் இடங்களில் எல்லாம் திரிந்து, உணவு வேட்டையாடிக் கொண்டிருந்தன.

வட பகுதிகளிலிருந்து பனியாறுகள் முதல் முதலாக, முன்னேறி, ஐரோப்பாவிலும் வடஅமெரிக்காவிலும் பெரும் பரப்புகளை மூடத் தொடங்கியதும், அந்த இடங்களில் உள்ள பிராணிகளும் தாவரங்களும் தெற்கு நோக்கி நகர ஆரம்பித்தன. என்ன காரணத்தாலோ, அப்படி நகரமுடியாத பல இனங்கள் குளிர் தாங்காமல் அழிந்துபோயின. வேறு சில இனங்கள், இந்தப் புதிய குளிரைத் தாங்கிக்கொண்டு, அங்கேயே தங்கின. இந்த இனங்களுக்கு நீண்ட வெதுவெதுப்பான உரோமம் வளர்ந்தது. துருவக் குளிரை தாங்கிக்கொள்ளும் ஆற்றலும் அவற்றுக்கு உண்டாயிற்று.

இந்தக் குளிர் யுகத்தில் மிகவும் கம்பீரமான காட்சியாக விளங்கியது 'மாமத்து' என்ற விலங்குக் குடும்பம் (யானைபோன்றது). அசாதாரணமான பருமனும் எடையும் கொண்ட இவ்வகைப் பிராணிக்கு நீண்ட தந்தங்களும் பழுப்பு உரோமம் அடர்ந்த தோலும்,

இருந்தன (96-ஆம் படம்). பல்லாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பே இந்தப் பிராணிகள் இனமழிந்துவிட்டன. ஆனால், ஸைபீரியாவில் உள்ள துந்திரப் பிரதேசத்தில் இந்தப் பிராணிகளின் உறைந்த சடலங்களை இன்னும் காண முடிகிறது. ரஷ்ய விஞ்ஞானக் கழகத்தைச் சேர்ந்த ஒருவர், இப்படி உறைந்துபோன மாமத்தின்

படம்: 96. பனிப் பிரவாக காலங்களில் மிகவும் கம்பீரமாக நடமாடியவை: நீண்ட தந்தம் கொண்ட மாமத்துகள். அவற்றின்மீது, பழுப்பு நிறத்தில் கம்பளி அடர்ந்திருந்தது. ஆசியா, ஐரோப்பா, வட அமெரிக்காவின் பகுதிகளில், பனி ஆழ்ந்த தரையில் இவை சஞ்சரித்தன.

(Courtesy of the Field Museum of Natural History)

இறைச்சியைச் சாப்பிடக்கூடத் துணிந்துவிட்டார்! நல்ல வேளையாக, முதலுதவிப் பெட்டி தயாராய் இருந்ததால்தான், கடும் வயிற்றுக் கோளாறு வராமல், அவர் தப்பினார்!

மனிதன் தோன்றிய காலம்

பாலூட்டிகளின் வளர்ச்சியில் ஒரு முக்கியமான விஷயத்தை நாம் கவனிக்கவேண்டும். உடலளவோடு ஒப்பிட்டால், மற்ற பிராணிகளுக்கு இருந்ததைவிட, பாலூட்டிகளுக்கு மூளை பெரிய அளவுள்ளதாக இருந்தது. பாலூட்டிகள் 'உஷ்ண ரத்தம்' உள்ள பிராணிகளாதலால், மூளை பெரிதாக இருந்திருக்கலாம். பாலூட்டிகளிலேயே, 'பிரைமேட்டு' என்ற இனத்திற்கு மூளை அதிக வளர்ச்சி அடைந்திருந்தது. இந்த இனப் பிராணிகள் மரங்களில் வாழத் தொடங்கின. மரக்கிளைகளைப் பற்றுவதற்கு ஏற்றபடி, இவற்றிற்கு கைகள் வளர்ந்தன (நிலத்தில் நடக்கும் மிருகங்களுக்குக் குளம்பும், மெத்தென்ற பாதமும் வளர்ந்ததுபோல). பின்பு, இந்த பிரைமேட்டுகள் மரங்களைவிட்டு மீண்டும் நிலத்திற்கு வரவே, பின்னங் கால்கள் கிளைகளைப் பற்றும் சக்தியை இழந்துவிட்டன. முன்னங் கால்களுக்கோ முன்னைவிட பல பொருள்களை எடுத்துக் கையாளும்

லாகவும் வந்தது. தேங்காயோ, குச்சியோ, கல்லோ, ஈட்டியோ, வில்லோ, அம்போ, எதாயிருந்தாலும் அந்தப் பொருளைக் கையாளும் சக்தி முன்னங்கால்களுக்குப் பெருகிவிட்டது.

மனிதன் தோன்றிய கதையை நாம் ஆரம்பிக்கப் போகிறோம் என்பதை வாசகர்கள் இப்பொழுது ஊகித்திருப்பர். தோற்றத்திலும் அறிவிலும், மிகவும் தாழ்ந்து பிற்பட்ட மூதாதைகளிலிருந்து மனிதன் வளர்ந்தது கடந்த இருபது லட்சம் ஆண்டுக்காலத்தில்தான். 'ஹோமோ ஸேப்பியென்ஸ்' அல்லது 'சிந்திக்கும் மனிதன்' தோன்றிய பரிணமத்தின் முதல் கட்டம் ஆப்பிரிக்காவில் தோன்றிற்று. பிந்திய பிலீயோஸீன் யுகத்தில் இது நிகழ்ந்தது. 'ஸின்ஜான்த்திரோப்பஸ்' என்னும் மனிதரகத்தின் மிச்சங்கள், 1959-ஆம் ஆண்டில், கிழக்கு ஆப்பிரிக்காவில் அகப்பட்டன. அந்த ஸின்ஜான்த்-திரோப்பஸ்தான் நம்முடைய முதற் பெரும் மூதாதையாக இருந்திருக்கவேண்டும். டாக்டர் லூயி லீக்கி என்னும் பிரிட்டிஷ் தொல்பொருள் நிபுணர் அந்த உடல் மிச்சங்களைக் கண்டெடுத்தார். ஸின்ஜான்த்திரோப்பஸ் என்றால், 'கிழக்கு ஆப்பிரிக்க மனிதன்' என்று அர்த்தம். அவர் வாழ்ந்தது 1,750,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்னால். கல்லால் ஆயுதங்களும் கருவியும் செய்த முதல்வர் அவர். 1920-ஆம் ஆண்டுக்குப்பின், டாக்டர் ரேமண்ட் டார்ட் என்ற பிரிட்டிஷ் விஞ்ஞானி 'ஆஸ்டிரேலோபித்தகஸ்' என்ற தென் ஆப்பிரிக்கக் குரங்கு மனிதனின் உடல் மிச்சங்களைக் கண்டெடுத்தார். அந்த மிச்சங்களோடு எலும்பால் செய்த ஆயுதங்களும், அந்தக் குரங்கு மனிதன் கொன்ற மிருகங்களின் சடல மிச்சங்களும் கிடைத்தன.

சொற்பமாகக் கிடைத்துள்ள ஃபாஸில்களை ஆராய்ந்ததில், மனிதனைப் போன்ற இந்தப் பிராணிகள் வடக்கேயும், கிழக்கு நோக்கியும் அலைந்தன என்றும், ஐரோப்பா ஆசியா என்னும் கண்டப் பிரதேசம் முழுவதிலும் இவை பரவியிருந்தன என்றும் தெரிகிறது. சுமார் கி. மு. 500,000-ஆம் வருடத்தில் 'பித்தெக்கான்த்திரோப்பஸ்' என்ற ஆதிமனிதன் கிழக்கு இந்தியத் தீவுகளில் உள்ள ஜாவாவில் வாழ்ந்ததாகவும், 'ஸீனன்த்திரோப்பஸ்' என்ற பழைய மனிதன் சீனாவில் இன்று பீக்கிங் நகரம் உள்ள இடத்தில் வாழ்ந்ததாகவும் தெரிகிறது. வெகு காலத்திற்கு முன்பே இறந்துபோன இவ்விருவரின் தோற்றமும் ஒரேமாதிரி இருக்கிறது. இவர்கள் ஒரே வர்க்கத்தைச் சேர்ந்தவர்கள் என்று மனித இயல் அறிஞர்கள் கருதுகிறார்கள். இந்த மனிதர்களின் மண்டை ஓட்டில் மூளை இருந்திருக்கவேண்டிய இடம் சுமார் ஆயிரம் கன சென்டிமீட்டர் அளவுதான் உள்ளது. நவீன மனிதனின் மண்டையிலுள்ள குழிவோ, 1500 கன சென்டிமீட்டர். 'கொரில்லா' என்ற

நவீன வாலில்லாக் குரங்கின் மூளையளவு சுமார் 500 கன சென்டி மீட்டர்தான். 'ஜாவா-பீக்கிங் ஆதி மனிதர்கள் என்னும் இரண்டு பிராணிகளும் நம்முடைய மூதாதைகள்—என்று நினைக்கும் அள வுக்கு முன்னேறிய பிராணிகள். அவர்களுடைய நெற்றி பின் புறம் நோக்கிச் சாய்ந்திருந்தது. புருவ வரம்பு கண்ணுக்குமேல் கனத்திருந்தது. பித்தெக்கான்த்திரோப்பஸ், குடும்பம் உள்ள மனி தர். ஆனால், சகஜமாகப் பழக மாட்டார் போலிருக்கிறது. அவர் தன் குடும்பத்துடன் காட்டில் வாழ்ந்தார். குகைகளில் ஒண்டினார். தீ மூட்டவும், மரத்தாலும் கல்லாலும் எளிய கருவிகளும் ஆயுதங் களும் செய்யவும், அவருக்குத் தெரிந்திருக்கும் என்று தோன்று கிறது. மனிதனுக்கு முற்பட்ட இத்தகைய ஓர் இனம் ஐரோப்பாவி லும் வாழ்ந்ததற்கு அறிகுறிகள் தென்படுகின்றன. ஜெர்மனியில் ஹைடெல்பெர்க்குக்கு அருகில் ஒரு மனிதனின் தாடை எலும்பு அகப்பட்டிருக்கிறது. அது ஐரோப்பாவில் அப்போது வாழ்ந்த பித்தெக்கான்த்திரோப்பஸ் மனிதனின் தாடையாகத்தான் இருக்க வேண்டும்.

மனிதனின் வளர்ச்சியில் இன்னும் முன்னேற்றமான ஒரு கூட்டமும் இருந்திருப்பதாக புதைபொருள் சான்றுகள் கூறுகின் றன. அந்தக் கட்டத்தில் வாழ்ந்தவன்: "ஹோமோ நியாண்டெர்த் தாலென்ஸிஸ்." இந்த வர்க்கத்தின் உடல் மிச்சங்கள் ஆசியாவி லும், ஆப்பிரிக்காவிலும், ஐரோப்பாவிலும் நிறையக் கிடைத்துள் ளன. இந்த ஆளின் மண்டையோடு பித்தெக்கான்த்திரோப்பஸ் மனிதனின் மண்டையைவிடப் பெரியது. அதேபோல, இவனுக்கு கைத் திறமையும் அதிகம். கட்டைக் குட்டையாக முன் வளைந்த தோளுமாக, இவன் இருப்பான். இந்தக் காலத்து வாலில்லாக் குரங்குபோல் அவனுடைய முழங்கால்கள் வளைந்திருந்தன. பெரிய முகம், தழைந்த நெற்றி, முன்னே நீண்டு வளைந்த புருவம், மிரு கம்போன்ற தாடை, பின்னால் சரியும் முகவாய் – இவை அவனு டைய லட்சணங்கள். நம்முடைய நோக்கில் அவன் மனிதன் இல்லை என்று சொல்லலாம். ஆனால், அவன் மனிதன் தான். கல்லைச் செதுக்கி, அழகாகக் கருவிகளையும், ஆயுதங்களையும் அவன் செய்து வந்தான். வேட்டையில் தேர்ந்தவன். இந்த மனிதனுக்குப் போட் டியாக இன்னொரு மனிதன் கிளம்பினான். அவன் வேறு மனித இனத்தைச் சார்ந்தவன். அதன் பெயர் "குரோமாக்னன்". தென் மேற்கு ஃபிரான்ஸில் 'லே ஐஜியேஸ்' என்ற சிற்றூரில் குரோமாக் னன் என்ற குகை இருக்கிறது. அங்குதான் இந்த மனிதனின் அடையாளங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அதனால் அக்குகையின் பெயரையே இந்த இனத்திற்கு வைத்துவிட்டார்கள். குரோமாக் னன் மனிதன் நல்ல உயரம்; மாநிறம்; பார்க்க அழகாகவும்

இருப்பான். உயர்ந்த நெற்றி. அதனுல் அவனுடைய மூளை முன்பக்கம் வளர்ந்திருந்தது என்று தெரிகிறது. மோவாய் கூர்ந்து முன்னே நீண்டிருக்கும். ஆயுதம் செய்வதிலும், வேட்டையிலும் அவன் சூரன். ஒழிந்த நேரங்களில், தான் வாழ்ந்த குகையின் சுவர்களில் வேட்டையாடிய மிருகங்களை ஓவியமாக அவன் வரைந்தான். அந்த ஓவியங்கள் அழகானவை; நவீன மனிதர்கள் தீட்டும் மிகச் சிறந்த ஓவியங்களுக்கு இணையாக நிற்கக்கூடியவை. இந்த குரோமாக்னுன் மனிதன் பேசும் கலையைக்கூட வளர்த்திருப்பானே, என்னவோ? தன் உணர்ச்சிகளைப் பாட்டாகக்கூட அவன் வெளியிட்டிருக்கலாம். இந்தக் குரோமாக்னுன் மனிதனுக்கும் நியாண்டெர்த்தால் மனிதனுக்கும் இடையே கடும் போராட்டம் தோன்றியிருக்கவேண்டும். அந்தப் போராட்டத்தில் குரோமாக்னுன் வெற்றிபெற்று, பகைவனை அழித்திருப்பான் என்று தோன்றுகிறது. இப்படியாக, நவீன மனிதனின் கதை தொடங்குகிறது.

மனித வர்க்கத்தின் வருங்காலம் எப்படி இருக்கும் ? பரிணம நோக்கில் பார்த்தால், உற்சாக மூட்டக்கூடியதாக ஒன்றும் தெரியவில்லை. அமீபாவிலிருந்து மனிதன்வரை ஏற்பட்ட வளர்ச்சியைப் பார்த்தால், சந்ததிகள் அபரிமிதமாகப் பிறந்து, வாழ்க்கைப் போராட்டம் தோன்றி, தகுதியுள்ள உயிர்கள் பிழைத்து முன்னேறிய கதைதான் பரிணமம் என்பது தெரியும். இதனுல் நிலைக்கக்கூடிய பண்புகள் எஞ்சி, அபிவிருத்தி அடைந்து, உயிரமைப்புகள் முன்னேற்றமடைந்தன. இன்று மனிதர்கள்கூட அபரிமிதமாக பெருகிவிட்டார்கள். ‘ஜனத்தொகைப் பெருக்கம்’ என்று கதை சொல்லுகிருேம். பரிணம வளர்ச்சிக்குஅவசியமான அம்சம் என்று கருதாமல், இதை ஒரு தீமை என்று நாம் நினைக்கிருேம். சிந்தனை செய்யும் மனிதன் விவேகம் மேலிட்டு, அறநெறிகளை வகுத்துவிட்டான். நம் இனத்தை நாமே கொல்லக்கூடாது என்று அந்த அறநெறி போதிக்கிறது. மருத்துவ விஞ்ஞானத்துறை வளர்ந்து, வியாதி பிடித்த மனிதர்களின் உயிர்களைக் காப்பாற்றி விடுகிறது. இந்த மருந்துகள் இல்லாவிட்டால், நோய்பிடித்த இந்த மனிதர்கள் சந்ததியின்றிச் செத்திருப்பார்கள். எனவே, இயற்கை மாறுதலில் தோன்றிய மோசமான ‘ஜீன்’களும் பிழைத்துப்போய் பின்தலைமுறைகளுக்கும் செல்கின்றன. வாழ்க்கைப் போராட்டத்தில் இயற்கையாக இந்தத் தகுதியற்ற ஜீன்கள் செத்து மடிந்திருக்க வேண்டியவை. இதனுல் மனித இன வளர்ச்சி விபரீதமாகி விட்டது. அது முன்னேற்றமடையாத நிலை ஏற்பட்டுவிட்டது என்பது மட்டுமில்லை; இப்போது இருக்கிற நிலையிலேயே அதை நீடித்துக் காப்பாற்ற முயலுகிருர்கள். ஆதலால், மனித இனத்தின் நிறமும் தரமும் குலைந்துவிடும் நெருக்கடியில் இருக்கின்றன. எத்தனை

நூறு வருஷங்களோ ஆயிரம் வருஷங்களோ ஆனாலும், கூட மனித இனம் அபிவிருத்தி அடையுமா என்று சொல்வது கடினம். 'பத்துப் பதின்மூன்று குழந்தைகளைப் பெறுங்கள்; சிறந்த மூன்றை வைத்துக்கொண்டு மீதியைத் தீர்த்துவிடுங்கள்' என்று யோசனை சொல்வது நடவாத காரியம். ஆனால், அதுவும் ஒரு மாதிரியாகச் சாத்தியம்தான். இனம் பெருக்கும் விஞ்ஞானத்திலும் உயிர் ரசாயனத்திலும் பல புதிய பரிசோதனைகள் நடந்துவருகின்றன. ஜனன அணுக்கள் சேர்ந்து பலிதமாவதற்கு முன்பே, அவற்றை கண்காணித்து, கெட்டுப்போன ஜீன்களைப் பழுதுபார்க்கவோ, விலக்கவோ முடியலாம். ஜீன்களை ஒழுங்குபடுத்தினால், மனித இனம் எதிர்காலத்தில் பெரிதாக அபிவிருத்தி அடையக்கூடும். பெருங்குடலில் 'அனுபந்தம்' என்ற ஒரு பயனற்ற உறுப்பு இருக்கிறது. அது பாரம்பரியத்தால் வந்த மிச்சம். அதை அகற்றுவது, மூளையின் அளவை அதிகரிப்பது — இப்படிப் பல செய்து, மனிதர்களின் எதிர்காலத் தரத்தை உயர்த்தலாம். விஞ்ஞானம், இவற்றைச் செய்ய முடிந்தால் மனித இனம் பூமியின்மீது விமரிசையாக நெடுங்காலம் வாழ்ந்து நீடிக்கும்.

ஜனத்தொகைப் பெருக்கமும், உணவும், சக்தியும்

மற்ற உயிரினங்களோடு போட்டியிடுவதற்கு, மனிதனுக்குப் புத்தியைப் போன்ற பல வசதிகள் உண்டு. எனவே, அவன் ஒரேயடியாகப் பெருகிப் பரவத் தொடங்கினான். கி. மு. 20,000 ஆண்டுகளுக்குள் அவன் பேரிங் ஜலசந்தியைக் கடந்து, அமெரிக்கக் கண்டங்களில் குடியேறிவிட்டான். பத்தாயிரம் ஆண்டுகளுக்குமுன் இவ்வுலகில் ஒரு கோடி மக்களே வாழ்ந்து இருப்பார்கள் என்று ஊகிக்கலாம். கிறிஸ்துவ சகாப்தம் தொடங்கியபோது, மொத்த உலக ஜனத்தொகை 35 கோடியாக இருந்திருக்கும். பிறகு, ஜனத்தொகை அவ்வளவு அதிகமாகப் பெருகவில்லை. பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில், உலகில் மக்கள் தொகை ஐம்பது கோடிதான். ஆனால், கடந்த இரண்டு நூற்றாண்டுகளில் ஒரு திடீர்ப் பெருக்கம் ஏற்பட்டிருக்கிறது. இப்போதுள்ள தொகை 280 கோடி. இக்காலத்தில், ஒவ்வொரு நாளும் ஒருலட்சம் மக்கள்வீதம் பிறந்து ஜனத்தொகை பெருகிவருகிறது !

இந்தப் பெருக்கத்தின் விளைவுகளைப்பற்றி முதலில் சிந்தித்தவர் தாமஸ் மால்த்தஸ் என்பவர். உலக ஜனத்தொகையைப் பற்றி, 1799-ல் அவர் ஒரு நூலை இயற்றி வெளியிட்டார். மனித வர்க்கத்தின் எதிர்காலம் இருள் சூழ்ந்திருப்பதாகவும், இன்னும் நூறு வருடங்களுக்குள், விவசாயமோ கால்நடை அபிவிருத்தியோ, ஜனத்தொகைப் பெருக்கத்திற்கு ஈடுகொடுக்க முடியாமல் தவிக்

கும் என்றும் அவர் விளக்கினர். அவருடைய ஜோஸ்யம் பொய்த்து விட்டது. காரணம், பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டில் விஞ்ஞான முறைகள் விவசாயத்துறையில் ஈடுபடும் என்று அவர் எதிர்பார்க்க வில்லை. விஞ்ஞான முறைகளைப் பயன்படுத்தியதால், பெருகிய ஜனத்தொகைக்கு வேண்டிய உணவை மனிதன் விளைவித்து விட்டான்.

ஆனல், இன்று அந்த நிலைமை மாறிவிட்டது. விஞ்ஞான விவசாயம் எத்தனையோ முன்னேறியும், ஜனத்தொகைப் பெருக்கத்திற்கு ஏற்ப, உணவு உற்பத்தி பெருகாது என்று தோன்றுகிறது. உதாரணமாக, 1947-க்கும் 1953-க்கும் இடையே ஜனத்தொகை. 11.8 சத விகிதம் உயர்ந்திருக்கிறது. ஆனல், உணவு உற்பத்தி அதிகரித்தது எட்டு சதவிகிதம்தான். உலக மக்களின் தொகையைப் பற்றி ஸர். சார்லஸ் டார்வின் (பிரபல டார்வினின் பேரப் பிள்ளையான இவர் பௌதிக விஞ்ஞானி. ஆனல், உயிரியல் துறையில் தாத்தாவுக்கு இருந்த ஊக்கம் பாரம்பரியமாக இவருக்குக் கிடைத்திருக்கும் போலிருக்கிறது) பின்வருமாறு கூறினர்: "இப்பொழுது காணும் ஜனத்தொகைப் பெருக்கம் நிரந்தரமாக நீடிக்காது. சீக்கிரத்தில், ஒரு நாள் நின்றுவிடும். சந்தேகமிருந்தால், கணக்குப் போட்டுப் பார்த்தால் தெரியும். இதே விகிதத்தில் ஒரு ஆயிரம் வருடம் ஜனத்தொகை பெருகிக்கொண்டே போனல் (ஆயிரம் வருடம் என்பது மனித வரலாற்றில் ஒரு நெடுங்காலம் என்று சொல்ல முடியாது) பூமியில் மனிதன் நிற்கத்தான் இடமிருக்கும்! ஒவ்வொரு மனிதனும் படுக்கக்கூட இடமிராது......!"

ஆனல், இந்த நெருக்கடி வருவதற்கு வெகுகாலத்துக்குமுன்பே மனிதனுக்கு உணவு, சக்தி இரண்டும் போதாமற் போய்விடும். சூரிய கிரணங்களை பச்சைத் தாவரங்கள் பிடித்து, சத்தாக மாற்றி வளர்வதால்தான் எல்லா உணவும் தயாரிக்கப்படுகிறது. இந்த உணவை அரிசி, ரொட்டி, காய்கறி, முதலிய பண்டங்களாகவோ, அல்லது இவற்றைத் தின்னும் மாடு, கோழி, ஆகிய பிராணிகளின் வடிவிலோ தின்று, மனிதன் வாழ்கிறன். நிலத் தாவர உணவு தீர்ந்துவிடும் போலிருந்தால், மனிதன் கடல் தாவரங்களைப் பசியோடு நாடுவான். அப்போது பிளாங்க்ட்டன் என்ற கடலில் கிடைக்கும் உணவை நாம் உண்ண மீன்களோடு போட்டியிட வேண்டும். கடைசியில், இறைச்சிக்குப் பதிலாக, மீனையே தின்னத் தொடங்கிவிடுவோம்.

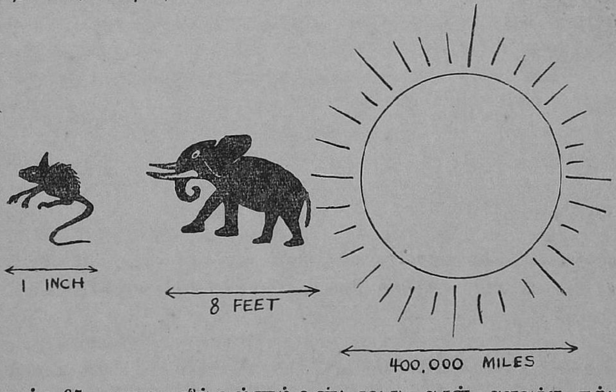
எரி-சக்தியும் அரிதாகிவிடும் போலிருக்கிறது. நிலக்கரியும், பெட்ரோலியம் போன்ற எரி-எண்ணெய்களும், இன்று இதற்குப் பயன்படுகின்றன. அவற்றின் அளவு ஒரு வரம்புக்கு உட்பட்டது.

அவை தீர்ந்தவுடன், மரங்களையே எரிக்கும் காலம் மீண்டும் வரும். எனவே, உணவு பயிரிடும் நிலங்களில் விறகுக்கான மரங்களைப் பயிரிட ஆரம்பிப்போமோ என்னவோ !

'அணுசக்தி இருக்கிறதே?' என்று நீங்கள் கேட்கலாம். இன்று, மின்சக்தியை உண்டாக்கவும், யந்திரங்களை ஓட்டவும் பயன்படும் அணுசக்தி நிலையங்கள் யுரேனியத்தையே ஆதாரமாகக் கொண்டுள்ளன. இந்த அணு உலைகளில் பயன்படும் லேசான யுரேனியம் ஐஸடோப்புகள் இயற்கையாகக் கிடைப்பது மிகவும் சொற்ப அளவுதான். அது எத்தனை நாள் நீடிக்குமோ, சொல்ல முடியாது. மேலும், இன்றைய அணு உலைகளில் வெளிப்படும் கதிரியக்கமுள்ள துணைப்பொருள்கள் அபாயகரமானவை. பூமிக்குள் அவற்றைப் புதைத்துவிட வேண்டும். அல்லது, பீப்பாயில் போட்டு இறுக மூடி, கடலுக்குள் அமிழ்த்திவிட வேண்டும். மனிதனின் தேவைகளை எல்லாம் தரும் அளவுக்கு யுரேனியம் அணு உலைகளை நாம் நிறுவுவோமானல் (அதுவும் அத்தனை யுரேனியம் கிடைத்தால்தான் சாத்தியமாகும்), சிதைந்து வெளிப்படும் பொருள்களை அப்புறப்படுத்துவதே தீர்க்க முடியாத பிரச்னையாகிவிடும்.

எரி-சக்தி இன்னொரு வழியில் கிடைக்கலாம். இது கேட்கும் போதே உற்சாகமாக இருக்கும் : சூரியனுக்கும் மற்ற நட்சத்திரங்களுக்கும் உள்ள அத்துணைச் சக்தியும் எப்படி உண்டாகின்றன தெரியுமா? இரண்டு சாதாரண ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் ஒரு கன ஹைட்ரஜன் அணுவோடு சேர்ந்து, ஹீலியமாக மாறும் அணு-மைய-வெப்ப இயக்கத்தால் உண்டாகிறது. ஆனல், சூரியனுக்குள் சக்தி உண்டாக்கும் இயக்கம் மிகமிகத் தாமதமாக நிகழ்கிறது என்பதை பலர் உணரவில்லை. மனித உடலின் இயக்கத்தில் உண்டாகும் சூட்டில் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்குதான் சூரியனின் உட்புறத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட கன பரிமாணத்தில் உண்டாகிறது. அதாவது, சூரியனின் உட்புறத்தில் வெப்பம் உண்டாகும் அதே வேகத்தில் நம்முடைய மின்சாரக் காப்பிப் பாத்திரம் சுட ஆரம்பித்தால், காப்பிக்கு வேண்டிய நீர் கொதிக்க ஒரு வருஷ காலம் ஆகும் — அதுவும், அந்தப் பாத்திரம் வெப்பம் இழக்காமல் பாதுகாப்பு செய்யப்பட்டு இருந்தால்தான். இத்துணை மந்தமான சூரியன் இத்துணை வெப்பமுள்ளதாக இருக்கக் காரணம் என்ன ? ஒரு சின்ன உதாரணம் சொன்னல் விளங்கிவிடும். ஒரு பிராணியின் உடல்பரிமாணத்திற்கு ஏற்பவே அதன் உடலில் சூடும் பிறக்கும். ஒரு பிராணி எத்தனை கன அடி அல்லது கன அங்குல பரிமாணமோ, அதற்கேற்ப அதன் சூடும் இருக்கும். ஆனல் அதே சமயம் பிராணியின் உடலிலிருந்தும் ஏராளமாக வெப்பம் வெளியேறுகிறது. இதைக் கன அளவினல் அன்றி, சதுர அளவினல் கணக்கிட்டுக் கூறுகிறார்கள்.

ஒரு பிராணி மிகவும் பெரிதாக இருந்தால், அதன் பரிமாணத் தோடு ஒப்பிடும்போது, பரப்பு மிகவும் குறைவாக இருக்கும். எனவே, அதன் உடல் உஷ்ணத்தைக் காப்பாற்றத் தேவையான உஷ்ண வெளியேற்றமும் குறைவாக இருக்கும். உதாரணமாக, ஒரு யானைக்குட்டி சுண்டெலியைவிட 100 மடங்கு பெரிது; பத்து லட்சம் மடங்கு கனமானது, ஆனால், யானைக்குட்டியின் தோலின் பரப்பு, சுண்டெலித்தோலின் பரப்பைவிட 10,000 மடங்குதான் பெரிதாக இருக்கும். எனவே, சுண்டெலியின் உள்உடல் இயக்கம் யானையின் உள்உடல் இயக்கத்தைப் போல, மெள்ள மெள்ள நிகழ்ந்தால், சுண்டெலி சீக்கிரம் குளிரில் விறைத்துச் செத்துவிடும். காரணம், அதன் தோல்பரப்பின் வழியாக வெப்பம் வெகு விரைவில் வெளியேறிவிடும். அதேபோல, சுண்டெலியைப்போன்று வேகமாக ஒரு யானை ஜீரணம் முதலிய காரியங்களைச் செய்யுமானால், அதன் உடலின் வெப்ப நிலை வேகமாக அதிகரித்து, யானை பொரிந்து போய்விடும். சூரியன் யானையைவிட எவ்வளவோ பெரியது. சூரியனுக்குள் அணுக்கள் இணைவதன்மூலம் வெப்பம் உண்டாகிறது, மனித இயக்கத்தைவிட ஆயிரம் மடங்கு தாமதமானாலும், சூரியன் தன்னைச் சூழ்ந்துள்ள வெளியில் வெப்ப சக்தியை வெளிவிட வேண்டியிருக்கிறது. அதனால்தான் அதன் மேற்பரப்பு 60000 சென்டிகிரேட் அளவுக்குச் சூடாக இருக்கிறது. (97-ஆம் படத்தைப் பார்க்கவும்.)

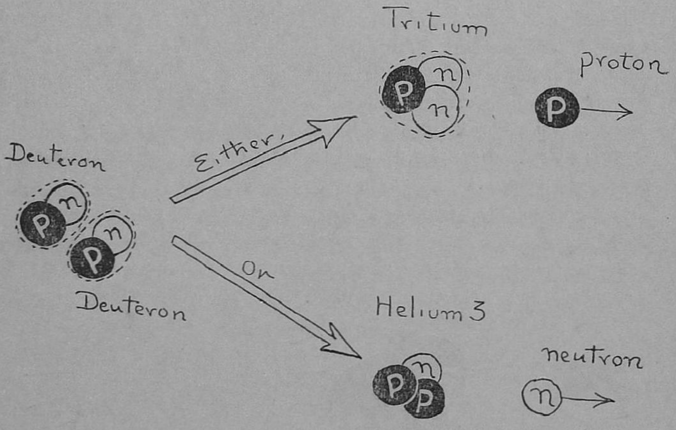


படம் : 97. ஒரு உடலில் உஷ்ணம் உண்டாவது, அதன் அளவுக்கு ஏற்ப மாறும் (சிறு உடலில் குறைவாகவும், பெரிய உடலில் அதிகமாகவும் இருக்கும்).

சுண்டெலி — ஒரு அங்குலம். யானை — 8 அடி.

சூரியனின் அளவு — 4 லட்சம் மைல்.

ஆகையால், சூரியன் மற்றும் நட்சத்திரங்களைப் போலவும், அணுச்சேர்க்கையால் நாம் வெப்ப சக்தியை உண்டாக்க கற்றுக் கொண்டாலும், அது நமக்கு நடப்பில் பயன்படாது. ஆனால் ஒன்று செய்யலாம்: நட்சத்திரங்கள் பயன்படுத்துவது சாதாரண ஹைட்ரஜன். அவ்வாறின்றி, நாம் கன ஹைட்ரஜனை (அல்லது ட்யூட்டிரியம்) பயன்படுத்தினால், இயக்கம் வெகு விரைவில் நிகழும். பத்து லட்சம் டிகிரி வெப்பநிலையில், கன ஹைட்ரஜனின் அணுச்சேர்க்கை இயக்கத்தினால், ஒரு விநாடிக்கு ஒரு கிராமுக்கு ஒரு கலோரி வெளிப்படும் (98-ஆம் படம்). முப்பது லட்சம் டிகிரி வெப்ப நிலையில் ஒரு விநாடிக்கு ஒரு கிராமுக்கு ஆயிரம் கலோரி வெளிப்படும். (ஒரு கிராம் நீரை ஒரு டிகிரி சென்டிகிரேடு சூடாக்க தேவையான வெப்ப அளவுக்கு கலோரி என்று பெயர்).



படம்: 98. கன ஹைட்ரஜனின் மையக் கருக்களான இரண்டு டியூட்டிரான்கள் இரண்டு வகையாக இயங்கி, அணுசக்தியை வெளிப்படுத்தும்.

P (கறுப்பு வட்டம்) — *புரோட்டான்.* N — *நியூட்ரான்.*
Tritium — *ட்ரிட்டியம்.* Helium 3 — *ஹீலியம் 3.*
Deuteron — *டியூட்டிரான்.* Proton — *புரோட்டான்.*
Neutron — *நியூட்ரான்.*

யுரேனியத்தோடு கன ஹைட்ரஜனைக் கலந்துதான், பல லட்சம் டன் வெடிகளுக்குச் சமானமுள்ள ஹைட்ரஜன் குண்டைச்

செய்கிருர்கள். குண்டு பண்ணி வெடித்துவிடலாம். ஆனல், கன ஹைட்ரஜனின் அணுச்சேர்க்கையால் வெளிப்படும் மாபெரும் சக்தியை நமக்கு வேண்டிய அளவுக்குக் கட்டுப்படுத்தி, நிதானமாக வெளியிடுவதுதான் மிகவும் கடினமான பிரச்னே. ஐக்கிய அமெரிக்காவிலும் (ஷெர்வுட் திட்டம்), சோவியத் யூனியனிலும் (பிரியான்ஸ்கி லேஸா திட்டம்), மற்ற நாடுகளிலும், இந்த முயற்சியைக் கடந்த இருபது ஆண்டுகளாகச் செய்துவருகிருர்கள். பலன் ஒன்றும் கிட்டவில்லே.

ஆனல், விஞ்ஞான வரலாற்றில் நடக்காதது ஒன்றுமில்லே. கொள்கையளவில் ஒன்று சாத்தியமானல், உடனேயோ அல்லது தாமதமாகவோ, அது நடைமுறையில் செயல்பட்டுவிடும். எனவே, அணுச்சேர்க்கையால் சக்தியை வெளிப்படுத்தி, பயன்படுத்தும் ரகசியம் சீக்கிரமே தெரிந்துவிடும். இப்போதுள்ள யுரேனிய அணு உலேகளேவிட கனஹைட்ரஜன் அணு உலேயானது பல அனுகூலங்கள் கொண்டதாக இருக்கும். கடலில் உள்ள சாதாரண நீரில் 0 02 சதவிகிதம் அளவு நீர் கன ஹைட்ரஜன் உள்ள கன நீர். சாதாரண நீரிலிருந்து கனநீரைப் பிரித்தெடுப்பது சுலபமான முறை. கன ஹைட்ரஜனின் அணு உலே இயங்கும்போது, ஆபத்து விளேவிக்கும் கதிரியக்கத் தனிமங்கள் தோன்றுவதில்லே. எனவே, அவற்றை அப்புறப்படுத்தும் வேலேயும் எழாது. ஹைட்ரஜன் அணு இயக்கத்தில் வெளிப்படுபவை வேகமான நியூட்டிரான்களும் புரோட்டான்களும்தான். வெளியான அணுசக்தியை மின்சார சக்தியாக மாற்ற இந்தப் புரோட்டான்களும், நியூட்டிரான்களும் அப்பொழுதே பயன்படுத்தப்படும்.

கடல் நீரில் உள்ள கன ஹைட்ரஜன் வருங்காலத்தில் எத்தனே வருடங்களுக்கு மனிதனுக்குப் பயன்படும்? கடலில் உள்ள மொத்த நீரின் அளவு 33 கோடி கனமைல். ஒவ்வொரு கனமைல் நீரிலும் ஐம்பதுகோடி டன் ஹைட்ரஜன் அடங்கியுள்ளது. இதில் 0·02 சதவிகிதம் கன ஹைட்ரஜன். ஒரு கிராம் கன ஹைட்ரஜனில் அணு இயக்கம் ஏற்பட்டால், 1800 கோடி கலோரி சக்தி வெளிப்படுகிறது. எனவே, கடல் நீரில் உள்ள மொத்த கன ஹைட்ரஜனின் அணு சக்தி அளவு 6,000,000,000,000,000,000,000 கலோரிகளாகும்.

தற்காலத்தில் மனிதவர்க்கம் எவ்வளவு சக்தியைப் பயன்படுத்துகிறது? வருங்காலத்தில் அணுசக்தி அதிகமாகக் கிடைக்கும். பண்ணே நிலங்களில் அளவும் பற்ருது. எனவே, கிரணங்களே பயன்படுத்தி, உணவைப் பயிரிடாமல், மனிதன் கன ஹைட்ரஜனின் அணுசக்தியைப் பயன்படுத்தி, உணவை செயற்கை முறையில், தனிமங்களிலிருந்து தயார் செய்து கொள்வான். இப்பொழுதுள்ள கார்பன் ரசாயன (ஆர்கானிக் கெமிஸ்ட்ரி) அறிவால்

செயற்கை உணவை தயாரிக்கமுடியும். பெருமளவில் உற்பத்தி செய்யும்போது, சிக்கனமாகவும் தயாரிக்கலாம். ஓர் ஆள் ஒரு நாளைக்கு ஆரோக்யமான உணவு உண்ண வேண்டுமானல், அந்த உணவு 300,000 கலோரி அளவு இருக்கவேண்டும். எனவே, இப்பொழுது உலகிலுள்ள 280 கோடி மக்களுக்கு உணவு அளிக்க ஓர் ஆண்டுக்கு 300 குவாட்ரிலியன் (அதாவது, மூவாயிரம் கோடி கோடி) கலோரி வேண்டும். அந்த அளவு சக்திதான் உலகிலுள்ள மின் உற்பத்தி நிலையங்களில் (பெரும்பாலும் நிலக்கரியால் இயங்குபவை) உண்டாகிறது. அதைவிடச் சற்று அதிகமான சக்தி எரி-எண்ணெய்களையும், பெட்ரோலையும் எரிப்பதால் கிடைக்கிறது. எனவே, ஒவ்வோர் ஆண்டும் மனிதவர்க்கம் ஒரு குவின்டில்லியன் கலோரியைப் பயன்படுத்துகிறது. (1 க்குப் பிறகு 18 பூஜ்யம் போட்டால் குவின்டில்லியன் - அதாவது பத்தாயிரம் கோடி கோடி கலோரி). இதில் பத்தில் ஒரு பங்கு, அணுசக்தியை உணவாகவும், இயந்திர மின்சக்தியாகவும் மாற்றுவதற்குத் தேவைப்படுகிறது என்று வைத்துக்கொண்டு, இவ்வாறு இயற்றப்பட்ட மொத்த சக்தியை இன்றுள்ள மனித இனத்திற்குத் தேவைப்படும் சக்தியின் அளவால் வகுத்தால், இப்படி சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தி 600 கோடி ஆண்டுகளுக்குப் போதுமானது என்று தெரியும்.

நம்முடைய சூரியமண்டலத்தின் வயது 500 கோடி வருடம்தான் என்பதை நாம் மறக்கக்கூடாது. சான்றுகளைக்கொண்டு பார்த்தால் (அடுத்த அத்தியாயத்தில் அந்தச் சான்றுகளைப் பற்றிக் கூறுவோம்), இன்றுபோலவே இன்னும் 500 கோடி ஆண்டுகளுக்கு சூரியன் ஒளி வீசிக்கொண்டிருக்கும் என்று தெரிகிறது. ஸர். சார்லஸ் டார்வின் சொன்னதுபோல, படுக்கக்கூட இடமின்றி ஜனத்தொகை பத்துமடங்கு பெருகினுல்கூட, கடல் நீரின் கன ஹைட்ரஜனிலிருந்து கிடைக்கும் சக்தியானது சூரியன் உள்ளவரை நீடிக்கும். எனவே, அடுத்த 500 கோடி ஆண்டுகளுக்குக் கவலைப்பட ஒன்றுமில்லை. இந்த அத்தியாயத்தில் முன்னே கூறிய உயிரியல் வாதங்களை ஆதாரமாகக்கொண்டு பார்த்தால், சிந்திக்கும் ஆற்றலுள்ள மனிதன் (அவன் வயது இப்போது ஒரு லட்சத்துக்கும் குறைவு) இதே நிலையில் ஒரு இனமாக 500 கோடி ஆண்டுவரையில் சிரஞ்சீவியாக நீடித்து வாழ்ந்திருப்பான் என்று நினைக்க இடமில்லை.

இன்றுள்ள 'ஹோமோஸேப்பியன்ஸ்' எனப்படும் மனிதனுக்குப் பதிலாக, அறிவுள்ள வேறு உயிரினம் ஏதாவது தோன்றக்கூடும். அந்த இனம் எலியோ, மூஞ்சூருே அல்லது பூச்சியோ - இவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றிலிருந்து தோன்றலாம். யார் கண்டார்கள்?

10

பூமியின் எதிர்காலம்

குறுகிய கால அளவு ஜோஸியம்

கடந்த 500 கோடி ஆண்டுகளில் பூமியின் வரலாறு, ஒரே வகையான மாறுதல்களே மீண்டும் மீண்டும் தோன்றுகிற கதை தான். உள்ளேயிருந்து தள்ளும் உந்தலால், பூமியின் மேலோடு விம்மி எழுந்து, உயரமான மலைகள் கண்டங்களில் தோன்றுகின் றன. பிறகு, மழை இந்தப் புதிய மலைகளை மெள்ளமெள்ள அரித்து அந்தப் பொருள்களை கடலடியில் படியச் செய்கிறது. கண்டங்கள் சதுசதுப்பான தாழ்ந்த தட்டை வெளி ஆகின்றன. மீண்டும், மேலோடு நொறுங்கி, எழுந்து, புதிய மலைகள் எழுகின்றன. மீண் டும், மழையும் அரிப்பும் பிளவும்...திரும்பத் திரும்ப இதே கதை தான். புவி-இயல் சான்றுகளை நோக்கும்போது, மலைகள் தோன் றும் யுகங்கள் பத்து கோடி ஆண்டுகள் முதல் பதினைந்து கோடி ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை வருவதாகத் தெரிகிறது. எனவே, இன் னும் எத்தனை கோடி வருடமானாலும், பூமியின் மேற்பரப்பில் இதைத்தவிர புது மாறுதல் ஒன்றும் ஏற்படும் என்று தோன்ற வில்லை. நாம் இப்போது வாழ்வது லாரமைட்டுப் புரட்சியின் (மலை தோன்றும் யுகம்) கடைசிப் பகுதி. இது தொடங்கி, ஏழு கோடி வருடங்களாகின்றன. அதனால்தான் இமயம், ராக்கி, ஆல்ப்ஸ் என்று அற்புதமான மலைக் காட்சிகளைக் கண்டு நாம் அனுபவிக்க முடிகிறது. இன்னும் சில கோடி ஆண்டுகளில், இந்த மலைகள் எல்லாம் அரிக்கப்பட்டு, மேலும் பலகோடி ஆண்டுகாலம் பூமி எங்கும் வெறும் சதுப்பு நிலமும், ஆழமற்ற கடல்களும், ஏரிகளுமே இருக்கும். பிறகு, மீண்டும் புதிய மலைகள் எழும். அப்போது யாராவது மலையபிமானிகள் இருந்தால், மனம்கொள்ளா மகிழ்ச்சி அடைவார்கள்.

பூமியின்மீது நம்முடைய கண்ணின் முன்னேயே, சிறு மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. அவை தாமதமாக நிகழும்; ஆனால், ஏற்படத்தான் செய்யும். துருவப் பனிப்பாறைகள் (துருவக்குல்லாய்கள்) பூமியின் மேற்பரப்பில் மூன்று சதவிகிதம். கடைசியில் நிகழ்ந்த பனிப்பிரவாகத்தின் மிச்சங்களே அவை. இப்பொழுது மெள்ள மெள்ள, அவை உருகிவருகின்றன. ஆறுவது அத்தியாயத்தில் சொன்னதுபோல், ஆண்டுக்கு இரண்டடி வீதம் இந்தப் பனிப்பாறைகளின் கனம் குறைந்து, அந்த நீர் கடலில் கலக்கிறது. இதனால் கடலின் மட்டம் ஆண்டுக்கு ஓர் அங்குலமாக உயர்ந்து, கண்டங்களின் ஓரப்பகுதிகள் முழுகிவிடும். இதற்கு மாறாக பூமியின் மலைவேர்களுக்குச் சமன்படுத்தும் சக்தியிருப்பதால், கண்டங்களின் சில பகுதிகள் உயர்ந்துகொண்டும், வேறு சில பகுதிகள் அமிழ்ந்துகொண்டும் வருகின்றன. கண்டங்களின் மேற்பரப்பு உயர்வதற்கு, துருவப் பனிப்பாறைகள் உருகி, கனம் குறைவதே ஓரளவுக்குக் காரணமாக இருக்கலாம்.

மேற்பரப்பில் ஏற்படும் இந்த மாறுதல்களுக்கு இசைய, பல இடங்களில் சீதோஷ்ண நிலையும் மாறுகிறது. உதாரணமாக, கடந்த முப்பது ஆண்டுகளில் வட அமெரிக்கா, வட ஐரோப்பா ஆகியவற்றின் சராசரி வருட வெப்பம் பல டிகிரி அளவுக்கு உயர்ந்துவிட்டது. பூமியின் வரலாற்றில், பழைய யுகங்களில் சீதோஷ்ண நிலை இன்றுபோல் இருந்துவந்ததில்லை. நாற்பதாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, வடக்கு மேட்டுப் பகுதிகளிலிருந்து, பனிப்பாறைகள் இறங்கி வந்து, வட அமெரிக்காவில் நியூயார்க்கு ஐரோப்பாவில் பாரிஸ், பெர்லின் என இன்று அழைக்கப்படும் இடங்கள்வரையில் பரவின. அதற்கும் வெகுகாலத்திற்கு முன்னால், இன்று இரண்டு மைல் கனமான பனிப்பாறையாக இருக்கும் கிரீன்லாந்துப் பிரதேசம் ஓக், செஸ்டுநட்டுப் போன்ற மரங்கள் அடர்ந்த காடாக இருந்தது. இன்று பனிக்குன்றுகள் மிதக்கும் கடலில், அன்று பவழப்பாறைகள் மண்டிக் கிடந்தன.

இந்தப் பனி-ஆறுகள் முன்னேறுவதாலும் பின்வாங்குவதாலும், அந்தந்த இடங்களில், நிலத்தின் பரப்பு, தோற்றம், எல்லாம் மாறி, சீதோஷ்ணமும் மாறுபட்டது. இந்தப் பனி ஆறுகள் பூமியானது சூரியனைச் சுற்றிவரும் பாதையில் ஏற்பட்ட சிறிய மாறுதல்களால் உண்டாகும் என்று முன்பு கூறினோம். கடந்த 250,000 ஆண்டுகளில் சூரியனிடமிருந்து பூமிக்கு வந்த வெப்பத்தை மிலங்கோவிச் கணக்கிட்டிருக்கிறார். புவி-இயலார்களின் கணக்கோடு அது ஒத்திருக்கிறது. மிலங்கோவிச்சின் கணக்கு சரியாக இருந்தால், எதிர்காலச் சீதோஷ்ண நிலைகளைக்கூட நாம் முன்கூட்டியே அறியமுடியும். ஏனெனில், இனி வரும் 100,000 ஆண்டுகளில்

பூமி சுற்றும் பாதை எப்படியெல்லாம் மாறும் என்று அண்ட கோளச் சலன இயல் நிபுணர்கள் நமக்குப் புள்ளிவிவரம் தந்து விடுவார்கள். அவற்றை மிகவும் நிச்சயமானவை என்று சொல்ல முடியாவிட்டாலும், அந்தக் கணக்குகள் சொல்வதைப் பார்த்தால், பூமியின் வடபகுதியில் இன்று வெப்பம் அதிகரித்துக்கொண்டு வரும் போக்கு, இன்னும் 20,000 ஆண்டுகளுக்குத் தொடர்ந்து நீடிக்கும் என்பது தெரிகிறது. கி.பி. 5000 ஆண்டில், பாஸ்ட்டனின் சீதோஷ்ண நிலை, இன்று வாஷிங்டன் டி. ஸி.யில் உள்ளதைப்போலிருக்கும். கி. பி. 10,000 ஆண்டில் இன்றைய நியூ ஆர்லியன்ஸ்ஸில் இருப்பதுபோலவும், கி. பி. 15,000 ஆண்டில் மியாமியில் இருப்பதுபோலவும் இருக்கும். பிறகு பூமியின் சுற்றுப்பாதை மாறுமாதலால், நிலைமை பழையபடி மாறும். ராட்சதப் பனி நாக்குக்கள் தோன்றி, இறங்கி, மான்ட்டிரியால், ஆஸ்லோ, ஸ்டாக்கு ஹோம் முதலிய நகரங்களை அழித்து, ஷிக்காக்கோ, பாஸ்ட்டன், லண்டன் போன்ற நகரங்களை நெருங்கி வரும். வெகுகாலம் இந்தப் பனிக்காலம் நிலவிய பிறகு, மீண்டும் சூடேறும் பருவம் தொடங்கும். அடுத்து வரக்கூடிய பனியாற்றுக்காலம் இன்னும் ஒன்பது லட்சம் ஆண்டுகள் கழித்தே வரும் என்று தெரிகிறது. இப்படியாக, இன்று மலைகள் பூமியின்மீது நிற்கும் வரை இந்த நிகழ்ச்சிகள் மாறிமாறித் தோன்றிக்கொண்டே இருக்கும்.

மலைகளை மழை அரித்து, அடித்துப் போய், கண்டங்களின் பரப்பு தட்டையாக ஆனதும், பனிப்பிரவாகம் மறைந்துவிடும். பிறகு வெகுகாலம் வரையில் தோன்ருது. அடுத்தபடியாக, பூமியின் மேலோடு நொறுங்கி, புதிய மலைகள் எழும்வரையில், இந்தப் பனி ஆறுகள் தோன்ற முடியாது. இப்படியாக, வானில் சூரியன் ஒளி வீசும் வரை, நிகழ்ச்சிகள் மாறி மாறி வந்து கொண்டேயிருக்கும்.

நீண்டகால ஜோஸியம் *

சூரியன்? இது எவ்வளவு காலம் ஒளி வீசும்?

பூமியில் நிகழும் எதுவும் சூரியனிடமிருந்து வரும் ஒளியையும் வெப்பத்தையும் பொறுத்தே இருக்கிறது. எனவே, பூமியின் எதிர் காலம் சூரியனின் எதிர்காலத்தோடுதான் பிணைந்து இருக்கிறது. 500 கோடி வருடமாகச் சூரியன் பூமிக்கு ஒளியையும் வெப்பத்தையும் கொடுத்துவருகிறது. இது எத்தனை காலத்திற்கு நடக்கும்? இதற்கு விடை கூற, அண்டவெளியில் அத்துணை வேகமும்

* நட்சத்திரங்கள், முக்கியமாக நமது சூரியன், தோன்றியதுபற்றி, இந்த ஆசிரியர் எழுதிவரும் 'சூரியன் எனும் நட்சத்திரம்' என்ற நூலில் காணலாம். அந்த நூல் தயாராகிவருகிறது. "சூரியனின் தோற்றமும், மறைவும்" என்ற பழைய நூலின் காயகல்ப வடிவம் இது.

விமரிசையுமாகப் பாயும் சூரிய சக்தி எங்கே பிறக்கிறது என்று முதலில் தெரிந்துகொள்ளவேண்டும்.

கணப்பில் கட்டைகள் எரிவதுபோல, சூரியனும் எரிவதாகப் பழைய காலத்தில் எண்ணிவந்தார்கள். புரொமீத்தியஸ் என்ற கிரேக்க வீரன், பூமியின் நலனுக்காக தீயைக் கொண்டுவந்ததாக ஒரு புராணக் கதை உண்டு. சூரியனின் உடல் மிக உயர்ந்த விமானபெட்ரோல், ஆக்ஸிஜன் - இரண்டும் சேர்ந்து செய்த கலவையாக இருந்தாலும்கூட, இப்பொழுது அது எரியும் வேகத்தைப் பார்த்தால், சில ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்குமேல் எரிய முடியாது. சென்ற நூற்றாண்டின் மத்தியில் பிரிட்டிஷ் பௌதிகர் கெல்லின் பிரபுவும், ஜெர்மன் பௌதிகர் ஹெர்மான் வான் ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸும், தனித்தனியே ஒரு கருத்தை வெளியிட்டார்கள். அந்தக் காலத்தில் அது மிகவும் நம்பிக்கை ஊட்டுவதாக இருந்தது. ஒரு உருளை வடிவான பாத்திரத்தில் உள்ள வாயுப்பொருளை, மிகவும் வேகமாக பிஸ்ட்டனைக் கொண்டு நெருக்கினால், அந்த வாயு சூடாகிறது. பிஸ்ட்டனைத் தள்ளும் கை செய்யும் வேலையே வெப்பமாக மாறுகிறது. இந்த இயந்திர ரீதியான வேலையின் அளவுக்கும், அதனால் உண்டாகும் வெப்பத்திற்கும் குறிப்பிட்ட ஒரு தொடர்பு உண்டு. சூரியன் பிரம்மாண்டமான வாயுக்கோளம் என்றும் நியூட்டன் விளக்கின ஈர்ப்புச்சக்திகளால் அது இறைக்கப்படாமல் இறுகப்பிடிக்கப்பட்டு ஒன்றாகவே இருக்கிறது என்றும், கெல்லினும் ஹெர்மான் வான் ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸும் சூரியனை உருவப்படுத்திக் கூறினார்கள். நட்சத்திரங்களுக்கிடையே அண்டவெளியில் உள்ள மெல்லிய சன்னமான பொருள்கள் இறுகிச் சூரியனாக ஆனபொழுது, அது மிகவும் குளிர்ச்சியாகவும், ஒளியின்றியும் இருந்திருக்கும். இந்த மாபெரும் குளிர் வாயுக்கோளம் வரவரச் சுருங்கி, அங்ஙனம் சுருக்கிய இயந்திர ரீதியான சக்திகள் வெப்பமாக மாறி, அந்த வெப்பம் வாயுவைச் சூடாக்கியிருக்கவேண்டும். கடைசியில், சூரியனின் மேற்பரப்பு 6000 டிகிரி சென்டிகிரேட் வெப்ப நிலையை அடைந்தது. உட்புறத்தில் வெப்பம் இன்னும் அதிகமாயிற்று. கெல்லின் கூறுகிறபடி பார்த்தால் சூரியன் சில கோடி வருடங்களே இருந்திருக்க வேண்டும். இன்னும் சில கோடி வருட காலமே இருக்கவேண்டும். கெல்லினும் ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸும், வாயுக்கோளம் சுருங்கி சூரியனாயிற்று என்று கூறியதை அந்தக் காலத்தில் எதிர்ப்பின்றி ஏற்றுக்கொண்டார்கள். ஆனால், அதற்குப் பிறகு, புவி-இயல் காலக்கணக்குகள் மிக விரிந்துவிடவே, சூரியன் ஏற்கனவே பல நூறு கோடி ஆண்டுகளாக இருந்திருக்கவேண்டுமென்று தோன்றிற்று. எனவே, வாயுக்கோளம் நெருங்கி சூரிய சக்தி உண்டாயிற்று என்ற கொள்கை வலுவிழந்தது. பல நூறு

கோடி ஆண்டுகாலம் சூரியன் வெப்பம் வீசும் அளவுக்கு ஆற்றல் பிறக்கக்கூடிய இடம் இயற்கையிலேயே இல்லையென்று தோன்றிற்று.

இந்தப் புதிருக்கு விடை சென்ற நூற்றுண்டின் கடைசிப் பகுதியில் கிடைத்தது. ஹென்ரி பெக்கெரல் என்ற பிரெஞ்சு விஞ்ஞானி கதிரியக்கம் என்ற நிகழ்ச்சியைக் கண்டுபிடித்தார். இந்த நூற்றுண்டின் தொடக்கத்தில், பிரிட்டிஷ் பௌதிக விஞ்ஞானியான ரதர்ஃபர்ட் பிரபு, சாதாரணமாக நிலை மாருத தனிமங்களான ஒளி அணுக்களை, அவற்றினின்றும்பெரும் சக்தியை வெளிப்படுத்தி, ஒன்றை இன்னென்ருக செயற்கை முறையில் மாற்ற முடியும் என்று காண்பித்தார். எரிவது என்பது சாதாரண ரசாயன நிகழ்ச்சி. அதில் கிடைக்கும் சக்தியைப் போலப் பத்து லட்சம் மடங்கு கொண்டது அணுவின் மையக் கருக்களில் ஒளிந்துள்ள சக்தி. பொட்ரோலியத்தைப்போல் எரிந்தால், சூரியன் சில ஆயிரம் ஆண்டுகாலம்தான் நீடிக்கும். அணுச்சக்தியால் எரிந்தாலோ, பல நூறு கோடி ஆண்டுகளுக்கு நீடித்திருக்கும்.

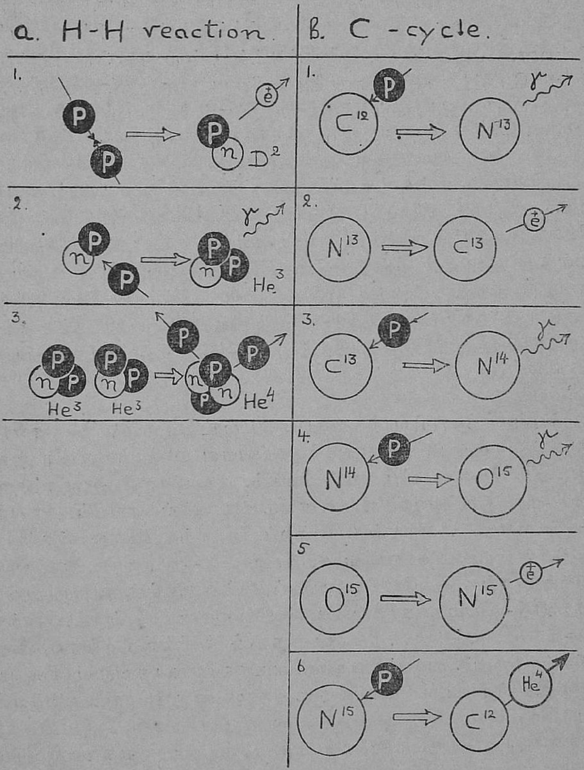
சூரியனின் உட்புறத்தின் இயற்கை நிலை என்ன? அணு மையங்கள் எந்த வேகத்தில் இயங்குகின்றன? இவற்றைப் பற்றி விவரமான செய்திகள் கிடைத்த பிறகுதான் சூரியனின் ஆயுட் காலத்தைப் பற்றிச் சரியாக ஆராய முடிந்தது. சூரியனின் உட்புற அமைப்பைப்பற்றி புதிய கொள்கையொன்றை பிரிட்டிஷ் வானியல் அறிஞர் ஸர். ஆர்தர் எடிங்ட்டன் 1920-க்குப்பிறகு உருவாக்கினுர். அதன் மூலம் சூரியனின் ஒளிமிகுந்த மேற்பரப்புக்குக் கீழ் உள்ள அமுக்கத்தையும் வெப்ப நிலையையும் அளப்பது சாத்தியமாயிற்று. வியப்பூட்டும் சில முடிவுகள் அவர் கணக்குகளின் மூலம் வெளியாயின. சூரியனுக்கு உட்புறத்தில் உள்ள வாயுவானது நீரைவிட நூறு மடங்கு அடர்த்தியானது என்ருர் அவர். அதாவது பாதரசத்தைவிட ஏழு மடங்கு அடர்த்தியுடையது. மேற்பரப்பில் சூரியனின் வெப்பநிலை 6000 டிகிரி சென்டிகிரேட். உள்ளே போகப் போக, அது உயர்ந்து, மையத்திற்கு அருகில் இரண்டு கோடி டிகிரி அளவுக்குப் பெருகி விடுகிறது!

1920-ஆம் ஆண்டோடு தொடங்கிய பத்தாண்டுகளில், அணுக் கருவில் உண்டாகும் நிகழ்ச்சிகளைப்பற்றியும் புதிய புதிய விளக்கங்கள் எழுந்தன. அப்போது ஜெர்மனியிலிருந்த ஜி. கேமாவும், ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளில் இருந்த ஆர். கெர்னியும், ஈ. காண்டனும், 'கதிரியக்கத்தைப் பற்றிய குவான்ட்டம் கொள்கை' என்னும் கொள்கையை ஏககாலத்தில், வெளியிட்டனர். சில கதிரியக்கத் தனிமங்கள் பலநூறு கோடி ஆண்டுக்காலம் நீடிப்பதும், சில கண் கொட்டும் நேரத்தில் ஒரு பங்குகூட நீடிக்காததும் ஏன் — என்று அந்தக் கொள்கையின் மூலம் புரிந்துகொள்ள முடிந்தது. சக்தி

மிக்க துகள்களால் தாக்கப்பட்ட அணுமையங்களை செயற்கையாக என்ன வேகத்தில் மாற்றியமைக்க முடியும் என்று காண கேமாவ் ஒரு சூத்திரத்தை வகுத்துக் கொடுத்தார். ரதர்ஃபர்ட் பிரபுபரிசோதனைகளின் மூலம் கண்ட முடிவுகளோடு, இந்தச் சூத்திரம் ஒத்திருந்தது. சூரியனின் உட்புறத்து இயற்கை நிலையைப்பற்றி எட்டிங்ட்டன் கூறிய கணக்குகளையும், அணுமையச் சேர்க்கை நிகழ்ச்சியைப்பற்றி கேமாவ் வகுத்த சூத்திரத்தையும் (மிக உயர்ந்த வெப்பத்தால் அணுமையத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்கள்) பயன்படுத்தி, சூரியனின் உடலுக்குள் உள்ள ஹைட்ரஜனுக்கும் வேறு லேசான மூலகத்திற்கும் இடையே அணுச்சேர்க்கை ஏற்படும்பொழுது எவ்வளவு சக்தி உருவாகும் என்று கணக்கிட்டார்கள். அப்படிக் கணக்கிட்டவர்கள்: இங்கிலாந்தைச்சேர்ந்த ஆர். ஆட்கின்ஸனும், ஆஸ்ட்ரியாவைச் சேர்ந்த எஃப். ஹௌட்டெர்மான்ஸும். கணக்கின்மூலம் அவர்கள் கண்ட முடிவுகளும், சூரியனிடத்தே சக்தி உற்பத்தியாகும் வேகத்தைப்பற்றி நேரில் கண்டவையும் ஒத்திருந்தன.

மேலும் ஆராய்ந்ததில், சூரியனிடத்திலும் மற்ற நட்சத்திரங்களிலும், சக்தி உண்டாவதற்குக் காரணமான ஹைட்ரஜன் அணுச்சேர்க்கையில் இரண்டு வெவ்வேறு வகைகள் இருப்பதாகத் தெரிந்தது. ஒரு வகை சற்று எளியது. இதை விளக்கியவர் சான்ஸ் கிரிச்சுஃபீல்ட் என்ற அமெரிக்கப் பௌதிக விஞ்ஞானி. மிக உயர்ந்த வெப்பம் காரணமாக, இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் மோதிக்கொண்டு புரோட்டான்களாக ஆகிவிடுகின்றன. நட்சத்திரத்தின் வெப்பம் மிகுந்த உட்புறத்தில், இரண்டு புரோட்டான்கள் ஒன்றோடொன்று மோதிக்கொண்டால், இரண்டு கோலிகளோ அல்லது பந்துகளோ முட்டிக்கொண்டாற்போலாகிவிடும். சில சமயம், இன்னொன்றும் நிகழ்வதுண்டு. இரண்டு புரோட்டான்களும் மோதிக்கொள்ளுகிற கணத்தில், ஒரு புரோட்டான் நேர்மின்சக்தி உள்ள ஓர் எலெக்ட்டிரானைக் கக்கி, நியூட்டிரானாக மாறிவிடும். (நியூட்டிரான் மின்சார ரீதியாக சமநிலையுள்ளது). புரோட்டான்களும் நியூட்டிரான்களும் பரஸ்பர எதிரிகள் அல்ல. எனவே, அவ்விரண்டும் சேர்ந்தே இருந்து ட்யூட்டிரான் என்ற கன ஹைட்ரஜனின் அணுக்கருவாக ஆகும். சாதாரண ஹைட்ரஜனின் ரசாயன இயல்புகள் அத்தனையும் ட்யூட்டிரானுக்கு உண்டு. ஆனால் ட்யூட்டிரான் இரண்டு மடங்கு கனமாயிருக்கும். அடுத்து, இப்படிப் புதிதாகத் தோன்றிய ட்யூட்டிரான் இன்னொரு புரோட்டானோடு மோதிக் கொள்ளும். இதனால் ஒரு ஹீலியத்தோடு சேரும்பொழுது, ஹைட்ரஜனைப்போல் மும்மடங்கு கனமுள்ளதாகும் (நான்கு மடங்கு ஆகாது). இதற்கும் பிறகு, இந்த மாதிரியான ஹீலியம் அணுக்

கருக்கள் இரண்டு மோதிக்கொண்டு சாதாரண ஹீலியம் உருவாகி, இரண்டு புரோட்டான்கள் வெளியேறும் (படம்: 99-ஏ). தொடர்ச்சி



படம் : 99. நட்சத்திரங்களின் உட்புறத்தில் நிகழும் இருவித அணுச் சேர்க்கை இயக்கங்கள். (b பிரிவில், சிக்கலான அணுக் கருக்களின் புரோட்டான் - நியூட்ரான் அமைப்பு காட்டப்படவில்லை.)

யாக ஏற்படும் இந்த அணுமையச் சேர்க்கையின் (இதற்கு 'எச்-எச் நிகழ்ச்சி' என்று பெயரிட்டிருக்கிறார்கள்) விளைவாக, நான்கு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் ஒரு ஹீலியம் அணுவாக உருமாறிவிடும். அப்பொழுது, அணுமையத்தில் ஏராளமான சக்தி வெளிப்படும். சூரியனின் உட்புறத்திலுள்ள வெப்பநிலையைக் கொண்டு பார்த்தால்

இந்த எச்-எச் நிகழ்ச்சி மிகமிகத் தாமதமாகத்தான் அங்கு நிகழ்கிறது. அதாவது, முழுவதும் நிகழ்ந்து முடிய 300 கோடி ஆண்டுகள் ஆகும். ஆனல் சூரியனுக்குள்ளே ஒவ்வொரு கிராம் அளவுள்ள பொருளிலும் இந்த மாதிரி 10^{24} நிகழ்ச்சிகள் தொடர்ந்து இயங்குகின்றன. 10^{24} என்ருல், 1 போட்டு 24 பூஜ்யங்களை அடுத்தாற்போல் போட்ட எண்! எனவே, சூரியனுக்குள் உண்டாகும் சக்தி அதன் வெப்ப வீச்சைப் பாதுகாப்பதற்குத் தேவையான அத்துணை சக்தியையும் அளிக்கக்கூடியதாக அமைந்திருக்கிறது.

இதைவிட மிகச் சிக்கலான நிகழ்ச்சி இன்ஞென்று இருக்கிறது. அதற்குக் 'கார்பன் சக்கரம்' என்று பெயர். ஐக்கிய அமெரிக்காவில் ஹான்ஸ் பெத்தேயும், ஜெர்மனியில் கார்ல் வான் வைஸாக்கரும், தனித்தனியாக, ஏககாலத்தில், அதை வெளியிட்டார்கள், நான்கு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் ஒரு ஹீலியம் அணுவாக உருமாறுவது ஒரு கார்பன் அணுக்கருவின் உதவியால் என்று அவர்கள் கூறினர்கள். ஒரு கார்பன் அணுக்கருவானது, ஒன்றன்பின் ஒன்ருக, நான்கு புரோட்டான்களைப் பிடித்து, அவற்றை ஒரு ஹீலியம் அணுக்கருவாக மாற்றிவிடுகிறது. சூரியனிடத்தில் இந்தக் 'கார்பன் சக்கரம்' பூர்த்திபெற, 60 லட்சம் ஆண்டுகளாகும். ஆனல், சூரியனுக்குள் கார்பன் அவ்வளவு அதிகம் இல்லாததால், அதனல் சக்தி உண்டாகும் வேகம், ஹைட்ரஜன் - ஹைட்ரஜன் (எச்-எச்) நிகழ்சியால் உண்டாகும் வேகத்தில் நூற்றில் ஒரு பங்கு தான். ஆனல், ஸிரியஸ் போன்ற பிரகாசம் மிகுந்த நட்சத்திரங்களில் கார்பன் சக்கர நிகழ்ச்சிதான் எச் - எச்.சைவிட ஓங்கி நிற்கிறது. அங்கு சக்தியின் பிறப்பும் கிரிச்சிஃபீல்ட் முறையைவிட, பெத்தே - வைஸாக்கர் முறையிலேயே அமைந்துள்ளது என்று சொல்லலாம். ஆனல், அணுக்கருச் சேர்க்கை எந்த விதத்தில் நிகழ்ந்தாலும், ஹைட்ரஜன் ஹீலியமாக மாறுவதுமட்டும் நிச்சயம். இந்த மாற்றம் ஏற்படும்பொழுது, ஏராளமான அணுச்சக்தி வெளிப்படுகிறது.

வெப்ப நிலை அதிகமாக ஆக, அணுமையச் சேர்க்கையின் வேகமும் அதிகமாவதால், சூரியனின் மையத்தில் வெப்ப நிலை அதிகமாக உள்ள இடத்தில்தான் பெரும்பாலான சக்தி பிறக்கிறது. சூரிய மையத்தே உள்ள பொருளில் பத்தில் ஒரு பங்கு இந்த சக்தி உற்பத்தியில் மிகவும் தீவிரமாகப் பங்கு கொள்ளுகிறது. மீதி ஒன்பது பங்கும் அந்தச் சக்தியால் சூடாகி, மையத்தைச் சுற்றி ஒரு போர்வையைப் போல அமைகிறது. சூரியனுக்குள் அணுசக்தி இயக்கம் நடைபெறும் மையத்தில் உள்ள ஹைட்ரஜனின் அளவும், அது ஹீலியமாக மாறும் வேகமும், நமக்குத் தெரியும். அதன்படி பார்த்தால், சூரியனின் ஆயுள் மொத்தம் சுமார் ஆயிரம்கோடி

ஆண்டுகளாகும். வானியலும், புவி-இயலும் தந்துள்ள செய்திகள், இதுவரை சூரியனுக்கு ஆன வயது 500 கோடி ஆண்டுகள் என்று கூறுகின்றன. எனவே, இன்னும் 500 கோடி ஆண்டுகளுக்கு இந்தச் சூரியன் வாழும் என்றும், இன்றுள்ள நிலையிலேயே அந்தக் காலம் முழுவதும் ஏறக்குறைய இருக்கும் என்றும் நாம் முடிவு கட்டலாம்.

500 கோடி ஆண்டுகளுக்குப் பின்பு - சூரியனின் மையத்தில் உள்ள அத்தனை ஹைட்ரஜனும் தீர்ந்து போன பிறகு - என்ன ஆகும்? இதற்குக் கொள்கையளவிலும், நேரில் பார்த்த சான்றுகளைக் கொண்டும் விடை கூறமுடியும். மனித வரலாறு மிகக் குறுகியது. நட்சத்திரங்கள் உருவாவதோ நெடுங்காலச் செய்தி. எனவே, ஒரு நட்சத்திரத்தில் தோன்றும் மாறுதல்களைப் பார்த்து, நட்சத்திரங்களின் தோற்றத்தை அறிந்துவிட முடியாது. ஒரு நட்சத்திரத்தின் ஆயுளோடு ஒப்பிட்டால், மனித வரலாறு முழுவதுமே கண்கொட்டும் நேரத்திற்குச் சமானம். எனவே, ஆதிமனிதன் வானைப் பார்க்கத் தொடங்கிய நாள் முதல், இன்று வரை, பெரிய மாறுதல் ஒன்றும் நட்சத்திரங்களில் பார்க்கும்படியாக நிகழ்ந்திராது. ஆனால், ஒரு விஷயம் முக்கியமானது: ஒரு நட்சத்திரத்தின் அளவும் ஒளியும் அதிகமாக இருக்க இருக்க அதன் வளர்ச்சி வேகமும் அதிகமாகவே இருக்கும். ஏனெனில், மற்ற மங்கிய நட்சத்திரங்களைவிட விரைவிலேயே அது தன் ஹைட்ரஜன் முழுவதையும் உபயோகித்துத் தீர்த்துவிடும். நம்முடைய ஆகாய கங்கையில் காணப்படும் பெரும்பாலான நட்சத்திரங்கள் ஒரே காலத்தில், அதாவது 500 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு ஏற்பட்டவை (ஆகாய கங்கையே அப்போதுதான் ஏற்பட்டது). பெரிதும் சிறிதும், பிரகாசமும் மங்கலுமாக பலவகைப்பட்ட அந்த நட்சத்திரங்கள் வெவ்வேறு வளர்ச்சி நிலையில் இருக்கும். மங்கலானவை, ஹைட்ரஜனை சிக்கனமாகப் பயன்படுத்தும். எனவே, அவற்றிற்கு இப்பொழுது காளைப்பருவம். ஒளிமிகுந்த நட்சத்திரங்களோ, ஒரேயடியாக ஹைட்ரஜனை உபயோகித்து, வெகு காலத்துக்கு முன்பே தீர்த்திருக்கும்; அல்லது தீர்த்துக்கொண்டிருக்கும். எனவே வானத்தில் வெவ்வேறு வளர்ச்சிக் கட்டங்களில் உள்ள பல நட்சத்திரங்களை நாம் காண்கிறோம். ஒரே நாளில் பிறந்த பூனை, நாய், மனிதக் குழந்தை, முதலை—இவை ஒவ்வொன்றும் நாளாக ஆக, வெவ்வேறு வகையாக வளர்ச்சி அடைந்து, சிறிதும் பெரிதுமாக, காட்சியளிக்கின்றன. அதே போல்தான் நட்சத்திரங்களும்; இதனால் நட்சத்திரங்களை வெவ்வேறு வளர்ச்சிகளின் நிலைகளில் பார்த்து, அதோடு சூரியனின் எதிர்காலத்தையும்பற்றி கொள்கையளவில் சொன்ன ஜோஸியங்களை ஒப்பிட்டுப் பார்க்க வாய்ப்புக் கிடைக்கிறது.

கொள்கை என்ன கூறுகிறது? முன்பு கூறியதுபோல, சூரியனுக்கு இப்போது நடு வயது—அதாவது 500 கோடி வயதாகி, இன்னும் 500 கோடி மீதியிருக்கிறது. எல்லாம் முடிந்து, அதன் மையத்தில் உள்ள ஹைட்ரஜன் முழுவதும் தீர்ந்து போனதும், சூரியனின் அமைப்பில் முக்கியமான மாறுதல்கள் தோன்றும். மையத்தில் உள்ள பொருள் எரிந்து தீர்ந்ததும், இந்த 'அணு-மையத் தீ' யானது மேலேயுள்ள பகுதிகளுக்குப் பரவி, அங்கு இதுவரை தொடாமல் கிடக்கும் ஹைட்ரஜனுக்கும் பரவும். இதனால் அணு மையச் சேர்க்கை சூரியனின் மேற்பரப்புக்கு அருகே நிகழத் தொடங்கும். சூரியனின் உடல் விரியத் தொடங்கி, அதன் ஒளியும் வெப்ப வீச்சும் பெருகும்.

அதே சமயம் இப்பொழுது 6000 டிகிரி சென்டிகிரேடு அளவுக்குள்ள மேற்பரப்பின் வெப்பம், பாதியளவுக்குக் குறைந்துவிடும். வானத்தில் பெரும் பகுதியை அடைத்துக் கொண்டிருக்கும் சூரியன் இப்போது போல வெள்ளையாக இன்றி, பழுக்கக் காய்ச்சிய சிவப்பாகக் காட்சியளிக்கும். மேலும் மேலும் அது விரிந்து, அருகேயுள்ள புதன், வெள்ளி ஆகிய இரண்டு கிரகங்களையும் விழுங்கி, பின்பு பூமியையும் விழுங்கி, செவ்வாயை நோக்கி வியாபிக்கும். பூமியோடேயே இந்த விரிவு நின்றுவிட்டாலும்கூட, நம்முடைய கடல்கள் எல்லாம் கொதித்து, மலை பாறைகள் எல்லாம் பழுக்கக் காய்ச்சினாற்போல ஆகிவிடும். வானியல் நோக்கிலிருந்து பார்த்தால், இந்த விரிவு வெகு வேகமாக நிகழும்; அதாவது, பத்து கோடி ஆண்டுகளில் நிகழ்ந்துவிடும் (சூரியனின் ஆயுள் ஆயிரம் கோடி ஆண்டு). சூரியனின் ஆயுளை மனித ஆயுளோடு ஒப்பிட்டால், சூரியன் விரிவடையும் இந்த பத்து கோடி ஆண்டுக் காலத்தை, ஒரு மனிதன் இறப்பதற்கு முந்திய ஆறு மாதம், அல்லது ஒரு வருட காலத்திற்குச் சமமாகச் சொல்லலாம். ஆனால், மனித அனுபவங்களைக் கொண்டு பார்த்தால், சூரியனிடம் ஏற்படும் இந்த மாறுதல் தாமதமாகவே தோன்றும். பத்துக் கோடி ஆண்டுகளில் பூமியின் வெப்பநிலை 200 டிகிரி ஃபாரன்ஹைட்டு அளவுக்கு உயரவேண்டுமானால், நூறு வருடங்களுக்கு 0.0002 டிகிரி வீதம் உயருகிறது என்று அர்த்தம். பூமியிலேயே அன்றாடம் வானிலையால் ஏற்படும் சீதோஷ்ண மாறுதல்களைவிட இது மிக மிகச் சொற்பமானது.

முதலில் நம்ப முடியாத கற்பனையாகத் தோன்றும் இந்த ஜோஸியத்திற்கு நேர்முகமான ஆதாரம் ஏதாவது உண்டா? நம் சூரியனைவிடப் பெரிய பெரிய நட்சத்திரங்கள் எல்லாம் மிகமிக வேகமாக வளர்கின்றன என்றும், நம்முடைய சூரியன் இன்று நடு வயதை அடைவதற்குள், அந்தப் பெரிய நட்சத்திரங்கள் மூப்பும் குலைவுமாக, இறக்கும் தருவாயை அடைந்துள்ளன என்றும்

முன்பே கூறினேம். அன்ட்டாரீஸ், பீட்டெல்ஜுஸ் என்று மிகப் பழைய காலத்திலிருந்து அழைக்கப்படும் நட்சத்திரங்கள் பளிச் சென்ற சிவப்பு விளக்குகள் போல, இரவில் தெரிகின்றன. 'செம் பூதங்கள்' என்று நவீன வான் இயலார்கள் அவற்றிற்குப் பெயர் சூட்டியிருக்கிருர்கள். அடர்த்தியில் இவை சூரியனைவிட பலமடங்கு பெரியவை. ஆனல், அவற்றின் குறுக்களவோ பல நூறு மடங்கு. மையத்திலிருந்து நாலாபக்க மும், 'அணுத்-தீ' பரவும் நட்சத்திரங் களே இந்தச் செம்பூதங்கள் என்பதில் ஐயமில்லை. அடர்த்தி குறைந்த, சன்னமான, மெலிந்த வாயுக்கோளங்களே இவை. 500 கோடி ஆண்டுகள் கழித்து, நம்முடைய சூரியனும் இப்படித்தான் ஆகப் போகிறது.

சூரியனின் உட்புறத்தில் நிகழும் இயக்கங்களைக் கணக்கு மூலம் ஆராய்ந்து, அதன் இன்றைய நிலையையும், செம்பூதமாக அது எதிர்காலத்தில் வளரப்போகிறது என்பதையும் நாம் நன்கு அறிந் திருக்கிறேம். எதிர்கால வளர்ச்சியின் கட்டங்களை அறிய, நேர் முகச் சான்றுகளையே பெரும்பாலும் நம்பவேண்டியிருக்கிறது. ஒரு நட்சத்திரம் கடைசிச் செம்பூத நிலையை அடையும்பொழுது, அணு சக்தி உண்டாக்கும் ஆற்றல் அத்தனையும் அதற்குத் தீர்ந்து போய் விடும். பிறகு மெள்ளமெள்ள சுருங்கி மங்கிப்போவதுதான் அதற்கு நேரும் கதி. இந்த நிலையில் உள்ள நட்சத்திரங்கள் விநோதமாக இருக்கும்; ஒரு நிதானமாகவும் அவை இரா. சூரியனைப் போல நடுப்பருவத்திலும், பீட்டெல்ஜுஸைப் போல செம்பூத முதுமைப் பருவத்திலும் உள்ள நட்சத்திரங்கள் ஒரே சீரான ஒளியுடன் பிர காசிக்கின்றன. சுருங்கும் நிலையில் உள்ள நட்சத்திரங்களோ, வெவ்வெறு வகைப் பிரகாச நிலையில் காணப்படுகின்றன. சுருங் கும் நட்சத்திரத்தின் உடலில் முதலில் தொடர்ச்சியாக பல துடிப் புக்கள் உண்டாகும். அதன் ஒளி ஒரு நாளோ, ஓர் ஆண்டுக் காலமோ, பெருகுவதும், மங்குவதுமாக, மாறிக்கொண்டிருக்கும். இதற்கு 'ஸெஃபியிட் நிலை' என்று பெயர். பின்பு, இந்தச் சீரான துடிப்புகளுக்குப் பதிலாக, லேசான வெடிப்புக்கள் அடிக்கடி உண் டாகும். இதற்கு 'யூ-ஜெமினேரம் நிலை' என்று பெயர். இந்த வெடிப்புக்கள் வரவர எண்ணிக்கையில் குறைந்தாலும், வெடிப்பின் கடுமை மட்டும் அதிகமாகிக்கொண்டே வரும். கடைசிக் கட்டம் ஒரு பிரம்மாண்டமான வெடிப்பு. 'ஸூப்பர் நோவா' என்றஅந்தக் கட்டம் தோன்ற, சில பத்துக்கோடி ஆண்டுகள் பிடிக்கும். திடீ ரென்று ஒரு நாள் அந்த நட்சத்திரம் முதல் நாளிருந்ததைவிட பல நூறு கோடி மடங்கு பிரகாசமாக ஒளி வீசி, வெடித்து, அதன் உட லிலுள்ள பொருள் பெரும்பாலும், விநாடிக்கு பல்லாயிரக்கணக் கான மைல் வேகத்தில், சுற்றிலுமுள்ள அண்டவெளியில் சிதறிப்

பாயும். ஓரிரண்டு ஆண்டுகளுக்குப் பின், இந்த பிரம்மாண்டமான வாணவேடிக்கை மறைந்து போகும். அப்போது எஞ்சியுள்ளது ஒரு சிறிய நட்சத்திரம்தான். சிறியதாக இருந்தாலும், வெப்பம் அபாரமாக இருக்கும். ஒளி வீசும். ஆனல் அந்த ஒளி வருவதற்குக் காரணம் உட்புறத்தில் உள்ள பெரும் வெப்பம்தான். இப்படிச் சிறுத்துள்ள நட்சத்திரங்களை 'வெள்ளைக்குள்ளர்கள்' என்று சொல்லுகிருர்கள். நம்முடைய ஆகாய கங்கையில் இப்படி ஒரு பத்து இருபது 'வெள்ளைக் குள்ளர்'களைக் காண முடியும். இவை யாவும் அவிந்துபோன நட்சத்திரங்கள். ஆனல், குளிரவில்லை. தேஜோமயமான நட்சத்திர வாழ்வு வாழ்ந்து, ஓரளவு இருண்டுபோன மிச்சங்களாக இவை அடங்கிக் கிடக்கின்றன.

நட்சத்திரங்களுக்கு வரும் இந்த சாவு நிலை 500 கோடி ஆண்டுகளுக்குப்பின், நமது சூரியனுக்கும் வரும்பொழுது, நம்முடைய பூமிக்கு என்ன நேரும்? வெடிப்பினுல் ஏற்பட்ட வெப்பத்தில் கிரகங்கள் எல்லாமே உருகத் தொடங்கும். ஆயிரம் கோடி ஆண்டுகளாக, சுமுகமாக வாழ்ந்த இந்த கிரகங்களை வெடிக்கும் சூரியனிலிருந்து வெப்ப வாயுக்கள் தாக்கி, சூரிய மண்டலத்திலிருந்தே அப்புறப்படுத்தி எறிந்துவிடும். வெடிப்பு வேகம் எல்லாம் தீர்ந்து போனதும், சூரியனின் மிச்சம் கிரகங்களின் மிச்சங்கள் எல்லாம் மெள்ள மெள்ள, விண்வெளியில் உள்ள வெப்ப நிலைக்குக் குளிர்ந்துவிடும் - அதாவது, நீர் உறையும் வெப்ப நிலைக்கும் பல நூறு டிகிரி குறைந்த நிலைக்கு.

கவிஞர் ராபர்ட் ஃப்ராஸ்ட்டு

"உலகம் தீயில் அவியும் என்பார் — சிலர்
உறையும் பனியில் முடியும் என்பார்."

—என்று பாடினர்.

இரண்டு ஜோஸ்யங்களுமே சரியானவை என்றே சொல்ல வேண்டும்.

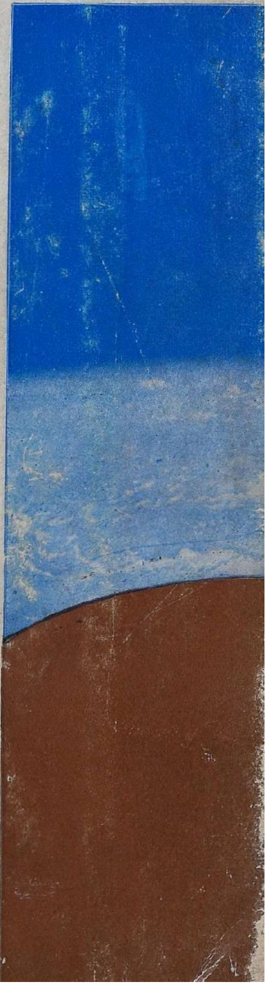
LIBRARY ... MORE, MADRAS-600 008
No. 106022
B91
31N66

The Publisher,

bookventure is dedicated to adventure in the field of book publishing and has already published nine good books for *Vachakar Vattam,* the first regular "book club" in Tamil. For details of "Vachakar Vattam" book club, please write to ***bookventure*** at 14, Thanikachalam Chetty Road, Madras-17.

★

பூமியின் விளிம்பும்
தொடுவானத்திற்கு மேல்
பூரணச் சந்திரன் எழும்புவதும்.
"ஜெமினி-7" என்ற
அமெரிக்க அண்டவெளிக்
கப்பலிலிருந்து எடுத்த படம்.



bookventure